

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

DANILO OLÍMPIO DE AQUINO

ESTRELAS – O UNIVERSO ALÉM DO SISTEMA SOLAR

Uma Proposta de Inserção de Astronomia na Educação Básica

a partir da Formação Inicial de Professores

NATAL - RN

2018

DANILO OLIMPIO DE AQUINO

ESTRELAS – O UNIVERSO ALÉM DO SISTEMA SOLAR

Uma Proposta de Inserção de Astronomia na Educação Básica

a partir da Formação Inicial de Professores

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática do Centro de Ciências Exatas e da Terra, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Orientador: Prof. Dr. Ciclamio Leite Barreto

NATAL - RN

2018

Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN
Sistema de Bibliotecas - SISBI
Catalogação de Publicação na Fonte. UFRN - Biblioteca Setorial Prof. Ronaldo Xavier de Arruda - CCET

Aquino, Danilo Olimpio de.

Estrelas - o universo além do sistema solar: uma proposta de inserção de astronomia na educação básica a partir da formação inicial de professores / Danilo Olimpio de Aquino. - 2018.
226f.: il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática. Natal, 2018.

Orientador: Ciclamio Leite Barreto.

1. Astronomia - Dissertação. 2. Estrelas - Dissertação. 3. Formação de professores - Dissertação. I. Barreto, Ciclamio Leite. II. Título.

RN/UF/CCET

CDU 52

DANILO OLIMPIO DE AQUINO

ESTRELAS – O UNIVERSO ALÉM DO SISTEMA SOLAR

Uma Proposta de Inserção de Astronomia na Educação Básica

a partir da Formação Inicial de Professores

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) vinculado ao Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET) da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

Aprovado em: ____/____/____.

Membros titulares da banca de avaliação

Prof. Dr. Ciclamio Leite Barreto – Orientador
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN

Prof. Dr. Matthieu Sebastien Castro – Examinador Externo ao Programa
Departamento de Física, Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET/UFRN

Prof. Dr. José Ronaldo Pereira da Silva – Examinador Externo à Instituição
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN

**NATAL - RN
2018**

Dedico este trabalho a todos os Mestres que
contribuíram com a minha formação pessoal e
profissional.

AGRADECIMENTO

"Se vi mais longe, foi por estar sobre ombros de gigantes."

Isaac Newton

Ao fazer esta citação quero agradecer a todos aqueles que foram, e são, como gigantes em minha vida, e como tal me proporcionaram a graça de chegar ao final deste trabalho. Assim, gostaria de agradecer, primeiramente, a Deus pela graça de poder sonhar os planos do seu coração e concluir mais uma etapa em minha vida profissional.

Agradeço à minha família, de modo particular, minha mãe Ana (Santana), uma gigante, que mesmo diante das dificuldades conseguiu nos educar, eu e minha irmã (Danielle). À minha tia Fátima e seu Antônio (*in memoriam*) pela estadia em sua casa durante os anos de curso. À minha irmã Danielle e ao meu cunhado José Alberto que sempre me incentivaram e acreditaram que eu poderia ir mais longe.

À minha noiva Santana por estar sempre ao meu lado, dando-me o seu amor, principalmente nos momentos difíceis.

Aos meus vizinhos que, a exemplo da minha família, acreditaram em mim, em especial, Jailson e Marilene (Lena), Damião e Marinalva que me ensinaram valores, os quais nenhuma Universidade poderia me ensinar.

Aos *Senseis* (Professores) Neif Nagib, Miguel Arcanjo, Suedson Relva e a todos que fazem a Associação Caicoense de Judô, por terem contribuído diretamente com a minha formação pessoal. Sem vocês eu jamais teria me tornado a pessoa que sou hoje e nem muito menos teria chegado até aqui.

À família do Grupo de Escoteiro Valle Sobrinho, em especial, Marcus César, que ao cumprir com o seu papel de chefe escoteiro me incentivou a galgar os mais altos ideais.

À Renovação Carismática Católica de Caicó pelas orações e por ter me proporcionado a experiência de sonhar os sonhos de Deus, dos quais este é um.

Aos padres Tércio e Tadeu, pelos conselhos e por me incentivarem durante esta jornada.

Por fim, quero agradecer ao Professor Ciclamio Barreto pelas orientações e por partilhar deste trabalho comigo. À Professora Auta Stella pelas relevantes contribuições durante o projeto. Aos professores Matthieu e José Ronaldo por contribuírem com este trabalho de dissertação.

Aos colegas do programa Fábio e João Feliciano pela amizade construída durante esta jornada. Ao IFRN, Campus Caicó, por nos proporcionar o desenvolvimento desta pesquisa junto aos seus alunos da graduação, os quais também expresso a minha gratidão.

*“Feliz aquele que acreditou, pois o que lhe foi
dito da parte do Senhor será cumprido.”
(Cf. Lc 1,45)*

RESUMO

Embora se utilize de elementos que caracterizam uma abordagem quantitativa, o presente esforço constitui uma pesquisa aplicada qualitativa, cujo objetivo é promover a difusão dos conhecimentos astronômicos na Educação Básica, principalmente no que diz respeito às Estrelas, através dos licenciandos do curso de licenciatura em Física do IFRN, campus Caicó, futuros professores, atualmente em formação inicial. Para se alcançar este objetivo, elaboramos um conjunto de sequências de ensino que formarão o produto educacional exigido pelo Programa. Os conteúdos contemplados nestas sequências foram cuidadosamente selecionados após uma sondagem de campo realizada pela aplicação de um questionário previamente construído a um grupo de 51 alunos devidamente matriculados no curso de licenciatura em Física do referido campus. Para organização e análise dos dados coletados durante a sondagem, utilizamos o Método de Análise de Conteúdo e agrupamos as respostas em categorias, cujos resultados são apresentados em tabelas e literalmente interpretados. Quanto aos métodos ou procedimentos adotados, esta pesquisa assume um caráter de pesquisa-ação, cujo objetivo é gerar conhecimentos para fins práticos, dirigidos à solução de uma problemática específica. Desta forma, movidos pela necessidade de contribuir para melhoria do Ensino de Astronomia na região de Caicó, RN, temos realizado uma ação concreta. As sequências de ensino, seguindo estratégias básicas de elaboração que são comuns na literatura da área de pesquisa em ensino de ciências (contemplando os imprescindíveis momentos pedagógicos), foram construídas e implementadas em sala de aula na forma de um curso de extensão nesse mesmo campus do IFRN a um conjunto desses alunos do grupo originalmente sondado, que se inscreveram previamente. Tornado oficial pela Pró-Reitoria de Extensão, o curso, operacionalmente intensivo, proveu certificado a todos que obtiveram pelo menos $\frac{3}{4}$ de assiduidade. A aplicação das sequências na forma desse curso de extensão foi avaliada e as mesmas aprimoradas no que se mostrou necessário, antes de compor a versão final do produto educacional pretendido. Na presente dissertação de mestrado profissional, que se seguiu como culminância deste trabalho, consta uma análise e discussão sobre a estrutura, elaboração e aplicação das sequências de ensino utilizadas, bem como uma avaliação do curso de extensão pelos licenciandos que o atenderam.

PALAVRAS-CHAVE: Astronomia, Estrelas, Formação de Professores

ABSTRACT

Although using elements that characterize a quantitative approach, the present effort constitutes a qualitative applied research, whose objective is to promote the diffusion of the astronomical knowledge in the Basic Education, mainly with respect to the Stars, through the licenseings of the course of degree in Physics (IFRN, Caicó campus), future teachers, currently in initial formation. To achieve this goal, we have developed a set of teaching sequences that will form the educational product required by the Program. The contents contemplated in these sequences were carefully selected after a field survey carried out by the application of a questionnaire previously constructed to a group of 51 students duly enrolled in the licentiate course in Physics of said campus. For organization and analysis of the data collected during the survey, we used the Content Analysis Method and grouped the responses into categories, whose results are presented in tables and literally interpreted. As for the methods or procedures adopted, this research assumes a research-action character, whose objective is to generate knowledge for practical purposes, aimed at solving a specific problem. Thus, driven by the need to contribute to the improvement of Astronomy Teaching in the region of Caicó, RN, we have taken a concrete action. The teaching sequences, following basic elaboration strategies that are common in the literature of the research area in science education (contemplating the essential pedagogical moments), were constructed and implemented in the classroom in the form of an extension course in that same campus. IFRN to a group of these students from the originally probed group, who previously enrolled. Tornado official by the Pro-Rector of Extension, the course, operationally intensive, provided certificate to all who obtained at least $\frac{3}{4}$ of attendance. The application of the sequences in the form of this extension course was evaluated and improved in what was necessary before compiling the final version of the intended educational product. In the present dissertation of professional masters, which followed as the culmination of this work, there is an analysis and discussion on the structure, elaboration and application of the teaching sequences used, as well as an evaluation of the extension course by the licenseings that attended it.

KEYWORDS: Astronomy, Stars, Training for future Teachers

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Justificativa.....	17
1.2 Objetivos.....	22
1.2.1 Objetivo Geral	22
1.2.2 Objetivos Específicos	22
1.3 Visão geral da Dissertação	23
2 EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: UM PANORAMA NACIONAL	24
2.1 O Ensino de Astronomia no Período Colonial	24
2.2 O Ensino de Astronomia no Período Imperial	27
2.3 Da proclamação da República aos Parâmetros Curriculares Nacionais	30
2.4 Base Nacional Comum Curricular: Novos Rumos do Ensino de Astronomia no Brasil ...	33
3 EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	38
4 ASPECTOS RELEVANTES NO ESTUDO SOBRE ESTRELAS	45
4.1 Cores e Brilhos das Estrelas	45
4.2 Classificação das estrelas.....	47
4.3 O Combustível das Estrelas.....	49
4.4 O Ciclo Evolutivo das Estrelas	49
5 PERCURSO METODOLÓGICO	52
5. 1 Tipologia da pesquisa	52
5.1.1 Quanto à Abordagem.....	52
5.1.2 Quanto à natureza da pesquisa.....	53
5.1.3 Quanto aos objetivos	53
5.1.4 Quanto aos métodos empregados	54
5. 2 As técnicas de coleta dos dados.....	54
5. 3 Caracterização do objeto de estudo	55
5.4 Da pesquisa documental e bibliográfica.....	56
5.5 Da pesquisa de campo	58
6 O PRODUTO EDUCACIONAL	79
6.1 Apresentação	79
6.2 Metodologia.....	80
6.3 Da implementação das Sequências de Ensino	81
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	112
REFERÊNCIAS	116

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOBRE O ENSINO DE ASTRONOMIA	123
APÊNDICE B - SONDAGEM INICIAL.....	125
APÊNDICE C - O PRODUTO EDUCACIONAL: SUGESTÕES DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO.....	126
APÊNDICE D - FICHA DE AVALIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO	175
APÊNDICE E - CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO	176
APÊNDICE F – SLIDES UTILIZADOS NO PRIMEIRO ENCONTRO	177
APÊNDICE G – SLIDES UTILIZADOS NO SEGUNDO ENCONTRO	189
APÊNDICE H – SLIDES UTILIZADOS NO TERCEIRO ENCONTRO	202
APÊNDICE I – SLIDES UTILIZADOS NO QUARTO ENCONTRO.....	214
APÊNDICE J – MODELO DE CERTIFICADO DO CURSO DE EXTENSÃO	226

1 INTRODUÇÃO

Mesmo que não percebamos, a Astronomia está imersa em nossas vidas diárias: a sucessão dos dias, o calendário, as estações do ano, as marés, as fases da lua, ou o “simples” brilho das estrelas no céu noturno, são alguns exemplos que justificam tal afirmação.

Na verdade a relação do ser humano com esta ciência encontra-se enraizada na história. Logo que o homem começou a andar ereto, o mesmo teve a necessidade de repousar deitado, o que na opinião de Caniato (2013), proporcionou-lhe a oportunidade de olhar para o céu e se questionar acerca do mesmo. Por esta razão, o autor acredita que, depois das necessidades básicas de sobrevivência, o céu tenha sido o primeiro grande desafio à inteligência humana.

Na medida em que interagia com este laboratório natural, chamado céu, o homem foi adquirindo informações que lhe permitiu associar suas atividades terrestres com o movimento dos astros na esfera celeste¹. Um exemplo disso, são os mais velhos registros (cerca de 7.000 a.C.) feitos pelas mais antigas civilizações, tais como a chinesa, a babilônica e a egípcia (CANIATO, 2011).

Esses registros desde tempos remotos são explicados por várias razões. Os chineses, por exemplo, em virtude de seu intenso comércio e do seu extenso litoral, tiveram que dominar as técnicas de navegação astronômica baseando-se, principalmente, pela estrela Polar², que se encontrava em uma única direção (Norte) (CANIATO, 2013). Além disso, os chineses contavam com o auxílio catalográfico das estrelas, o qual, segundo Chassot (1994), fazia referência a 1.464 estrelas, agrupadas em 284 constelações, sendo cada estrela numerada e localizada em coordenadas.

Os babilônios, por sua vez, desenvolveram a Astronomia motivados pela agricultura (CAPOZZOLI, 2011); pela religião, talvez a lendária torre de Babel tenha misturado rituais

¹ A esfera celeste é uma abstração que facilita a compreensão dos movimentos aparentes dos astros. Trata-se, portanto, de uma esfera imaginária, incrustada de estrelas, de raio arbitrariamente grande, em cujo centro está a Terra (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

² Polar é a estrela mais brilhante da constelação Ursa Menor, fica a cerca de 430 anos-luz da Terra e é visível apenas no Hemisfério Norte. Atualmente, esta estrela encontra-se alinhada diretamente com o eixo de rotação da Terra acima do Polo Norte. No entanto, devido à precessão do eixo de rotação terrestre, o que provoca a mudança de direção dos polos celestes, o polo norte celeste já apontou para a estrela Thuban (Constelação do Dragão) (PICAZZIO, 2011).

religiosos com observação astronômica (CANIATO, 2013); pela Astrologia³, quando as difíceis condições do ambiente – variações climáticas, ventos cortantes, chuvas torrenciais e enchentes devastadoras – motivaram os astrônomos babilônios a fazerem previsão através do movimento dos astros, por esse motivo se diz que a Astronomia nasceu ligada à Astrologia (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a). Além do mais, à necessidade de medir a passagem do tempo, contribuiu para tal desenvolvimento astronômico, um texto babilônico, chamado *Mulapin*, apresenta um calendário estelar que permitia identificar a época do ano através da observação do nascimento e ocaso das estrelas (PIRES, 2011).

Outros conhecimentos também associados a esse povo foram o registro dos planetas visíveis a olho nu (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno) e a identificação do Zodíaco, uma faixa da esfera celeste formada pelas constelações que, em sua maioria, representam contornos de animais, vem daí a nomenclatura de algumas constelações que conhecemos hoje, tais como: Leão, Touro, Escorpião, Gêmeos, Capricórnio e Sagitário (MILONE, 2003) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).

Todos esses fatos contribuíram para que os astrônomos babilônios catalogassem cuidadosamente hora, brilho e cor das estrelas e planetas, ao despontarem no horizonte (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).

No caso dos egípcios, a Astronomia possuía um caráter um pouco mais prático, isso quer dizer que os astrônomos egípcios não se envolveram com a elaboração de teorias sobre a natureza do Sol, da Lua e das estrelas, embora os utilizassem como base para a marcação do tempo (CHASSOT, 1994) (CAPOZZOLI, 2011). Segundo Capozzoli (2011), a ausência de uma preocupação maior com a descrição da natureza do Sol, da Lua, dos planetas e das estrelas, no Egito, justifica-se por questões religiosas como na Babilônia.

Outra preocupação, talvez a maior de todas, que possibilitou o desenvolvimento da Astronomia entre os Egípcios eram as cheias do Rio Nilo. Isso contribuiu para que os astrônomos egípcios concentrassem seus trabalhos na construção de calendários que organizassem as atividades agrícolas com as cheias do Nilo.

Em função das cheias, foi adotado um calendário que dividia o ano em três estações: tempo de inundação, da sementeira e da colheita. Percebeu-se uma sincronia entre o ciclo das estações e o intervalo entre dois nascimentos da estrela Sírius ao alvorecer, e utilizou-se esse evento para contabilizar o

³De modo geral, a Astrologia supõe que há uma relação entre padrões formados pelas posições dos astros e os acontecimentos na vida das pessoas (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a, p. 18).

período do ano solar em 365 dias. Posteriormente, através de observações indiretas do Sol, [...], chegaram a um valor ainda mais próximo do atual, acrescentando 1 dia a cada quatro anos, em sua contagem do ano. Os egípcios não desenvolveram estudos sobre o movimento dos planetas, mas deixaram uma contribuição importante, a divisão (até certo ponto arbitrária) do dia em 24 horas (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a, p.19).

Além disso, as monumentais pirâmides egípcias também possuem sua relação com a Astronomia, acredita-se que elas tenham sido utilizadas como observatório, entretanto, o que chama atenção nestas gigantescas construções é o alinhamento dos seus lados com as direções Norte-Sul e Leste-Oeste (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a) (CANIATO, 2011).

Estes conhecimentos, sobretudo dos babilônios e egípcios, foram herdados pelos gregos que procuraram dar uma explicação para o mundo de forma racional, ou seja, era o início das tentativas de se estudar e entender o mundo sem recorrer apenas aos meios religiosos (CANIATO, 2013).

Segundo Martins (1994), Tales, Anaximandro e Anaxímenes, todos da cidade de Mileto, foram os primeiros a tentarem explicar racionalmente aquilo que se conhecia sobre o mundo. Eles ensinavam que todas as coisas se originavam em uma única matéria primordial, que seria o “princípio” (em grego, “arqué”).

Tales (século VI antes da era cristã) acreditava que o princípio de tudo era a água, pois todos os seres vivos precisam de umidade para viver, além disso, sua origem se dá em meio a um líquido. Assim, a água seria aquilo de onde se originava a vida e que é necessária para manter todos os seres vivos (MARTINS, 1994).

Na mesma época, Anaximandro sugere que o princípio e elemento de tudo era o “indefinido” (“ápeiron”, em grego), que não era a água, nem o ar, ou qualquer coisa conhecida e palpável (MARTINS, 1994). O *ápeiron* seria, portanto, uma substância indeterminada, ilimitada e com movimento próprio que dirigia todas as coisas, assim a Terra, com seu formato cilíndrico, estaria no centro de tudo, em equilíbrio na circunferência celeste e não havia necessidade de ir à direita ou à esquerda, nem para cima nem para baixo (PIRES, 2011).

Com Anaximandro, o céu deixa de ser imaginado como uma simples cúpula acima da superfície da Terra, e passa a ser pensado como algo que a cerca por todos os lados: uma esfera (MARTINS, 1994). Esta esfera era, na verdade, uma espécie de casca, cercada de fogo

e as estrelas eram uma espécie de orifício no fundo desta casca, através das quais podia ser vislumbrado o fogo (PIRES, 2011).

Anaxímenes, por outro lado, acreditava que o princípio material de todas as coisas era o ar. O ar ao se tornar mais rarefeito, se tornaria fogo; ao se tornar mais denso, produziria nuvens, depois água, terra e rochas. Assim, todos os materiais e todas as coisas viriam, portanto, do ar, até mesmo os deuses (MARTINS, 1994).

Ao pouco que se sabe, Anaxímenes parece não ter produzido uma teoria sobre a origem do Universo (MARTINS, 1994). No entanto, ao considerar o ar como elemento primordial, ele também tentou encontrar um princípio material de todas as coisas, e assim explicar os fenômenos do universo sem utilizar concepções religiosas, como fez Tales e Anaximandro.

Depois de Anaxímenes, outras concepções surgiram entre os gregos ao longo dos séculos na tentativa de explicar o Universo sem a utilização dos deuses. No entanto, diante dos objetivos propostos por este trabalho, torna-se impossível apresentarmos aqui todas estas concepções.

Ainda assim, queremos destacar as ideias de Aristóteles, de Estagira (384 a 322 a. C.), e de Aristarco de Samos (310 a 230 a.C.). Para Aristóteles, a Terra era redonda, de onde ele tirou essa ideia? Da observação.

[...] quando um navio se afasta do porto, uma pessoa que fica em terra vê, inicialmente, o navio todo que parece cada vez menor; mas, depois de uma certa distância, a parte de baixo do navio começa a ficar oculta pelo mar, e por fim só se vê a parte mais alta dos mastros. Se o mar fosse plano, isso não poderia acontecer. Tal acontece exatamente porque o mar é curvo. Da mesma forma, para se ver ao longe, no mar, é preciso estar em um ponto elevado. Nos navios, o melhor ponto de observação é no alto de um mastro. Em terra, o melhor ponto de observação é o alto de uma colina ou de um prédio alto. Se o mar fosse plano, a altura do observador não faria diferença nenhuma (MARTINS, 1994, p.74).

Outros argumentos levantados por Aristóteles vêm da observação das estrelas, pois havia algumas estrelas que eram visíveis de Atenas e não eram de Alexandria; e da observação dos eclipses lunares, onde a sombra da Terra era sempre redonda, o que indicava que a própria Terra era redonda (CANIATO, 2013).

Para Aristóteles, a Terra encontrava-se no centro do Universo, e este seria formado de duas partes: O mundo celeste, ou supralunar, formado de éter e por série de cascas esféricas onde se moviam os diversos planetas, sendo a última delas ocupada pelas estrelas; e

o mundo terrestre, ou sublunar (abaixo da Lua), que seria formado pelos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) (MARTINS, 1994). Essas ideias serviram, séculos depois, para embasar o modelo Geocêntrico de Cláudio Ptolomeu⁴ (Séc. II d.C.).

Ao contrário de Aristóteles, Aristarco foi o primeiro a propor um modelo heliocêntrico para o sistema solar, isto é, um sistema em que o Sol ocupava o centro do Universo. De onde Aristarco tirou essa ideia?

O argumento de Aristarco se baseou nas suas avaliações de tamanho dos astros. O tamanho da Terra já era conhecido na época de Aristóteles; mas discutia-se muito se o Sol e a Lua eram muito menores, ou de tamanho semelhante, ou muito maiores do que a Terra. Aristarco fez as primeiras medidas das distâncias da Terra até a Lua e o Sol, e verificou que a Lua era menor do que a Terra, mas o Sol era muito maior. Concluiu, por isso, que o Sol era mais importante, e que não poderia ficar girando em torno da Terra (MARTINS, 1994, p. 77).

Hoje sabemos que esta concepção de mundo, proposta por Aristarco, é a mais condizente com o conhecimento científico, no entanto, na sua época, essas ideias foram rejeitadas e só renasceram no Século XVI, com Nicolau Copérnico (1473-1543)⁵.

Ao destacamos este pequeno contexto histórico, temos a consciência que o mesmo poderia ser mais aprofundado, entretanto, ao escrevê-lo procuramos mostrar que o conhecimento científico trata-se de um processo cuja construção ocorreu e ocorre ao longo da história da humanidade.

Por esse motivo, apesar do nosso conhecimento sobre o Universo está muito distante daquilo que era explicado pelas antigas civilizações e pelos antigos filósofos, não podemos desconsiderar ou criticar essas ideias, pois elas significaram um grande avanço para a época na tentativa de explicar racionalmente aquilo que se conhecia sobre o mundo (MARTINS, 1994).

Estas poucas linhas, na verdade, nos mostra que a observação do céu trata-se de uma prática milenar que se perpetua na fronteira do conhecimento e da cultura contemporânea, ou

⁴ Cláudio Ptolomeu foi o último dos grandes sábios gregos e viveu quase toda sua vida na cidade de Alexandria, no século II d.C. Ele ao aceitar as ideias de Aristóteles, elaborou uma detalhada teoria matemática que previa, com grande precisão, a posição de qualquer planeta, em qualquer época. Acreditava, ainda, que a Terra estava parada no centro do Universo, imóvel, e ao seu redor encontrava-se uma grande esfera das estrelas fixas (MARTINS, 1994) (CANIATO, 2013).

⁵ A concepção do universo segundo Copérnico, diz que o Sol ocupa o centro do universo, cercado pelas esferas nas quais se movem os diversos planetas. Ao fazer essa afirmação, ele acreditava que a Terra estava no centro da esfera da lua (CANIATO, 2011).

seja, esse processo de observação desenvolvido pelas antigas civilizações e pelos antigos filósofos foi ao longo do tempo fornecendo as bases para o desenvolvimento do conhecimento astronômico atual.

Atualmente, esse desenvolvimento astronômico levou a Astronomia a desdobrar-se em outros ramos, tais como a Astrofísica, Cosmologia, Astrobiologia e Radioastronomia. Todo este desdobramento passou a fornecer a humanidade uma quantidade inimaginável de informação que lhe permite ir muito além do Sistema Solar. Entretanto, dizer que a humanidade dispõe de uma vasta gama de informação, não significa dizer que todas as pessoas possuem um conhecimento astronômico plausível, pelo contrário, muitas delas ainda desconhecem muitas das mais elementares informações que lhes permitem compreender corretamente os fenômenos astronômicos que acontecem em seu dia-dia (DARROZ et al, 2014).

1.1 Justificativa

Diante do exposto, resta-nos a pergunta: O que leva tais pessoas a desconhecerem tais informações? Uma das possíveis respostas para este questionamento é a existência de lacunas conceituais deixadas na área de Astronomia durante a Educação Básica, quando muitos alunos saem do Ensino Médio com um déficit em conhecimentos pertinentes à sua formação (DIAS; RITA, 2008).

Ao fazermos uma análise histórica do ensino de Astronomia na Educação Básica (Capítulo 2) veremos que a Astronomia sofreu uma gradual dispersão e quase desaparece dos currículos escolares. Além disso, os cursos de formação inicial de professores, na maioria dos casos, não oferecem um subsídio teórico e metodológico para os futuros professores do Ensino Fundamental e Médio. Em decorrência disto, os professores destas etapas de ensino optam, em geral, por um dos caminhos: buscam fontes teóricas e metodológicas que apresentam erros conceituais ou preferem não ensinar os conteúdos de Astronomia (LANGHI, 2016).

Mas, por que ensinar Astronomia? Existem diversas razões que justificam o Ensino de Astronomia na Educação Básica, dentre elas:

1. A astronomia é a mais antiga das ciências e como tal oferece, ao aluno, a oportunidade de ter uma visão global de como o conhecimento do mundo foi sendo construído ao longo dos séculos, passando por diversas mudanças de paradigmas. Assim, ensinar as mudanças de

pensamentos que a Astronomia se submeteu, ao longo da história, pode ajudar na compreensão de que a Ciência também “falha”, jamais sendo a dona da verdade (CANIATO, 2011) (LANGHI, 2016).

2. A Astronomia apresenta um conteúdo altamente motivador, dando ao educando o prazer de entender um pouco do Universo onde vivemos (CANIATO, 2011) (DARROZ et al, 2014) (LANGHI, 2016).

3. O ensino da Astronomia na Educação Básica pode desmistificar algumas ideias de senso comum sobre fenômenos que acontecem no céu (LANGHI, 2016).

4. A Astronomia oferece ao educando a oportunidade de interagir com este laboratório natural, chamado céu, que não exige materiais ou laboratórios custosos (CANIATO, 2011) (LANGHI; NARDI, 2012).

5. Devido ao seu elevado caráter interdisciplinar e à possibilidade de diversas interfaces com outras disciplinas, os conteúdos de Astronomia podem proporcionar aos alunos uma visão menos fragmentada do conhecimento científico (LANGHI; NARDI, 2014).

6. O ensino de Astronomia representa um exemplo claro de que a ciência e a tecnologia não estão distante da sociedade (LANGHI; NARDI, 2012).

7. A educação e a popularização da Astronomia podem contribuir para o desenvolvimento da alfabetização científica, da cultura, da desmistificação, do tratamento pedagógico de concepções alternativas, da criticidade de notícias midiáticas sensacionalistas e de erros conceituais em livros didáticos (LANGHI; NARDI, 2014).

8. Possui potenciais de ensino e divulgação, ainda nacionalmente pouco explorados, nos âmbitos das comunidades de astrônomos profissionais e semiprofissionais (amadores colaboradores com profissionais), bem como de estabelecimentos específicos onde estes atuam (observatórios, planetários e clubes de Astronomia) (LANGHI; NARDI, 2014).

9. Implica em atividades de observação sistemática do céu a olho nu e com telescópios, alguns deles construídos pelos próprios alunos e professores, desmistificando sua complexidade (LANGHI; NARDI, 2014).

10. O ensino da Astronomia na Educação Básica ainda se justificativa pelo fato de alguns dos documentos governamentais brasileiros, tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), ainda em discussão, sugerirem a inserção de temas diretamente ligados a esta Ciência.

Ressaltadas todas estas razões que justificam o Ensino da Astronomia na Educação Básica, nos resta uma pergunta: Por que escrever e ensinar sobre Estrelas? A nossa motivação por este tema deu-se a partir de uma conversa informal que tivemos com uma aluna da 3ª série do Ensino Médio da rede privada de ensino do município de Caicó, situado a 280 km da capital do Estado do RN.

Nesta conversa, motivada por uma série de TV, a aluna nos fez uma pergunta a respeito da evolução Estelar: “- O que é uma Supernova⁶?” De posse de alguns conhecimentos prévios, adquiridos durante a graduação, tratamos de respondê-la: “*Uma supernova é uma estrela que após ter colapsado apresenta um brilho tão intenso que chega a ser confundida com uma nova estrela*”.

Este questionamento nos fez despertar para duas coisas: Primeiro, para existência de alunos que deixavam a Educação Básica sem o mínimo de conhecimento em Astronomia; segundo, a nossa formação inicial tinha deixado, até certo ponto, lacunas em relação ao Ensino de Astronomia. Estas constatações gerou um novo questionamento: Por que não trabalhar os conteúdos sobre estrelas na Educação Básica e, ao mesmo tempo, fornecer aos professores um subsídio que lhes permitisse trabalhar estes conteúdos?

Diante deste questionamento levamos para o professor Dr. Ciclamio L. Barreto (Orientador deste trabalho) a proposta de trabalharmos os conteúdos de Astronomia, principalmente, no que diz respeito as Estrelas. A partir daí iniciamos a discussão a respeito do tema e nos deparamos com a seguinte pergunta: Que pertinência esta pesquisa teria para o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM)?

Em busca de respostas para este questionamento fizemos um levantamento das dissertações apresentadas ao Programa e verificamos que nada tinha sido escrito sobre o tema.

⁶ A definição de Supernova encontra-se no Capítulo 4 (“ASPECTOS RELEVANTES NO ESTUDO SOBRE ESTRELAS”) desta dissertação de mestrado.

Quadro 1: Dissertações do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) na área de Astronomia⁷.

Ano	Título	Autor
2005	O OLHO E O CÉU: CONTEXTUALIZANDO O ENSINO DE ASTRONOMIA NO NÍVEL MÉDIO	ANTONIO ARAUJO SOBRINHO
	PROPOSTAS E DISCUSSÕES PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NOS 1º E 2º CICLOS DO NÍVEL FUNDAMENTAL E NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS	ALEX SANDER BARROS QUEIROZ
	REFLEXÕES E CONTRIBUIÇÕES PARA O ENSINO DE GRAVITAÇÃO CLÁSSICA NO NÍVEL MÉDIO	GENECI CAVALCANTI MOURA DE MEDEIROS
	UMA ABORDAGEM HUMANÍSTICA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO	GILVANA BENEVIDES COSTA FERNANDES
2006	COSMOEDUCAÇÃO: UMA ABORDAGEM TRANSDISCIPLINAR NO ENSINO DE ASTRONOMIA	LUZIANIA ANGELLI LINS DE MEDEIROS
	SABERES DE ASTRONOMIA NO 1º E 2º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL NUMA PERSPECTIVA DE LETRAMENTO E INCLUSÃO	MARIA LUCIENE DE SOUZA LIMA FREITAS
	UTILIZANDO AS CIÊNCIAS ESPACIAIS E A ASTRONÁUTICA NA CONSTRUÇÃO DE ATIVIDADES PRÁTICAS EM ENSINO DE FÍSICA	JOAO FELISARDO MACHADO
2008	AS CIÊNCIAS ESPACIAIS, O SABER E O FAZER DOCENTE NO ENSINO FUNDAMENTAL	MIGUEL SALUSTIANO DE LIMA
2011	UM HIPERMÍDIA SOBRE FASES DA LUA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA A DISTÂNCIA	JOSÉ ROBERTO DE VASCONCELOS COSTA
2015	CONSTRUÇÃO DE UMA SESSÃO DE PLANETÁRIO PARA PÚBLICO GERAL COM A TEMÁTICA “INTERAÇÕES TERRA-SOL”	RADMA ALMEIDA DE FREITAS
	UMA EXPERIÊNCIA DE INSERÇÃO DE ASTRONOMIA E FÍSICA MODERNA NO ENSINO MÉDIO A PARTIR DO SOL	SANDRA MARIA DA SILVA
2017	DO HORIZONTE LOCAL ÀS REPRESENTAÇÕES DA TERRA E DEMAIS ASTROS NO ESPAÇO: UM MINICURSO PARA PROFESSORES E PLANETARISTAS	BRUNA RAÍSSA GOMES DOS SANTOS BATISTA

Fonte: PPGECNM, 2017

Em seguida, fizemos uma pesquisa no Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia e em periódicos representativos da área de ensino de Física e de Astronomia (Revista Brasileira de Ensino de Física – RBEF; Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA) e verificamos que, nas últimas décadas, a maioria das pesquisas aponta uma série de concepções relativas à interação entre o Sol, a Terra e a Lua ou ao estudo individual desses corpos, mas poucos são os trabalhos que trazem alguma menção ao estudo das Estrelas na Educação Básica (IACHEL, 2011) (HORVATH, 2013) (FRÓES, 2014) (MELLO, 2014).

⁷ O resumo das dissertações apresentadas neste trabalho, bem como as dissertações das demais áreas podem ser encontradas em: https://sigaa.ufrn.br/sigaa/public/programa/defesas.jsf?lc=pt_BR&id=134.

Este levantamento nos chamou a atenção, principalmente, porque os Parâmetros Curriculares – PCN (BRASIL, 2000) e suas Orientações Complementares – PCN + (BRASIL; 2002) já nos convidava a explorarmos o universo fascinante das Estrelas durante a Educação Básica.

A Física, por sistematizar propriedades gerais da matéria, de certa forma como a Matemática, que é sua principal linguagem, também fornece instrumentais e linguagens que são naturalmente incorporados pelas demais ciências. E é essa Física que há de servir aos estudantes para compreenderem a geração de energia nas estrelas [...] (BRASIL, 2000, p.10).

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002, p. 78).

A própria Base Nacional Comum Curricular – BNCC (1ª, 2ª e 3ª versão⁸) (BRASIL; 2015a) (BRASIL; 2016) (BRASIL, 2017), já sancionada pelo Presidente da República em sua parte para o Ensino Fundamental (a do Ensino Médio ainda acha-se em discussão no Conselho Nacional de Educação, CNE), mostra a importância de se trabalhar tal conteúdo em sala de aula.

Identificar as diversas etapas possíveis da evolução estelar e relacionar com o espectro eletromagnético visível da superfície da Terra. Exemplo: Formação de uma estrela e as diferentes possibilidades de evolução em função de sua massa: estrelas da sequência principal, gigante azul, gigante vermelha, anã branca, estrela de nêutrons, supernova, quasares, buraco negro; estrelas de diferentes cores presentes no céu e relação com etapas da evolução estelar (BRASIL, 2015a, p. 219).

Da gravitação universal que coordena a dança dos corpos celestes, até as hipóteses sobre os primeiros momentos do surgimento das forças e sobre a nucleossíntese primitiva, estuda-se a visão contemporânea do Universo e nele galáxias e estrelas, comparando-se com a herança de cosmologias de outras épocas. O estudo do funcionamento e da evolução de estrelas dá lugar à compreensão da formação de nosso Sistema Solar e à investigação de condições para que surja a vida em outras partes do Universo (BRASIL, 2016, p.609).

⁸ A 3ª Versão da BNCC refere-se à proposta adotada para a Educação Infantil e o Ensino Fundamental.

Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta (BRASIL, 2017, p. 303).

Ao final deste levantamento, vimos que o tema proposto por este trabalho tem chance de alcançar relevância na Educação Básica, assegurando tanto aos alunos quanto ao professor, elementos para esta conquista, pois fornecerá aos mesmos não só a possibilidade de reduzir um pouco o hiato existente entre o que é proposto pelos documentos oficiais e o que é realmente ensinado em sala de aula, mas principalmente a chance de uma intensa emoção pela captação do esplendor intrínseco à compreensão do Universo.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

Promover a difusão dos conhecimentos astronômicos na Educação Básica, principalmente, no que diz respeito às Estrelas, entre os Licenciandos (Professores em formação inicial) do curso de Licenciatura em Física do IFRN, Campus Caicó.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar levantamento bibliográfico acerca do tema com base em artigos publicados em periódicos especializados e em documentos impressos diversos.
- Elaborar uma apreciação crítica das prescrições constantes nos documentos oficiais (BRASIL,2000) (BRASIL, 2002) (BRASIL, 2017) em relação ao ensino de Astronomia.
- Realizar uma pesquisa exploratória entre os alunos do curso de Licenciatura em Física (IFRN – Campus Caicó) acerca dos seus conhecimentos prévios sobre as Estrelas.
- Desenvolver um produto educacional (conjunto de Sequências de Ensino) que possibilite uma aproximação dos professores em formação inicial com os conteúdos de Astronomia, mais especificamente sobre Estrelas.
- Aplicar o produto educacional por meio de um curso de extensão com os alunos do Curso de Licenciatura em Física, do IFRN, Campus Caicó.
- Proceder a avaliação do Produto Educacional, fazendo uma apreciação qualitativa sobre sua aplicação, corrigindo os aspectos que se mostrarem de difícil implementação.

- Relatar a experiência em documento científico formal (dissertação de mestrado e artigo científico que lhe preceda ou lhe seja sequencial).

1.3 Visão geral da Dissertação

Este trabalho de dissertação encontra-se dividido em 7 Capítulos. No **Capítulo 1** (Introdução), procuramos, após um breve contexto histórico, justificar o porquê de Ensinar Astronomia na Educação Básica. Além disso, buscamos situar o leitor na problemática que nos motivou a escrever sobre esta temática (estrelas) e apresentamos os objetivos (Gerais e específicos) que pretendemos alcançar ao final desta dissertação.

No **Capítulo 2**, apresentamos uma visão panorâmica sobre a Educação em Astronomia no Brasil ao longo da história. Assim sendo, partimos do período Colonial até os dias atuais, mostrando os diversos rumos que a Astronomia tomou e está a tomar na Educação Básica.

No **Capítulo 3**, destacamos o crescimento da produção científica brasileira na área de Educação em Astronomia a partir da década de 70, bem como as possíveis justificativas para este crescimento no país. Por fim, abordamos as possíveis trajetórias que formam o processo contínuo de formação docente.

No **Capítulo 4**, abordamos alguns aspectos relevantes no estudo sobre Estrelas, tais como cores e brilhos, a posição das estrelas na sequência principal do diagrama HR, além do ciclo evolutivo estelar.

No **Capítulo 5**, descrevemos o percurso metodológico contemplado em nossa pesquisa, o que inclui: a tipologia da pesquisa; as técnicas de coleta; a organização e a análise de dados; a escolha do objeto de estudo; e as pesquisas documental, bibliográfica e de campo.

No **Capítulo 6**, apresentamos o conjunto de Sequências de Ensinos que formam o produto educacional, componente curricular exigido junto a esta dissertação. Além disso, discutimos neste capítulo a implementação destas sequências por meio de um curso de extensão.

O **Capítulo 7** trata das considerações finais acerca deste trabalho. Neste capítulo apresentamos, portanto, nossas reflexões acerca da elaboração, desenvolvimento e implementação das sequências de ensino e sua viabilidade de serem aplicadas na Educação Básica.

2 EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: UM PANORAMA NACIONAL

2.1 O Ensino de Astronomia no Período Colonial

A educação brasileira, como a conhecemos hoje, tem seus primeiros passos formais ainda no período colonial com os padres Jesuítas, pertencentes à companhia de Jesus, que desembarcaram em solo brasileiro com a armada de Tomé de Souza no ano de 1549 (LEITE et al., 2014). Neste mesmo ano a primeira escola brasileira, denominada “Escola de Ler e Escrever”, foi fundada em Salvador, pelo Padre Manoel da Nobrega e mais cinco missionários, com o objetivo de alfabetizar e doutrinar alguns seminaristas e os filhos da nobreza (ALMEIDA JUNIOR, 1979).

As diretrizes que norteavam essa escola coincidiam com a política do rei de Portugal, D. João III (1502-1557), que era providenciar uma casa onde se ensinasse a ler, escrever e recitar a doutrina cristã, desta forma, o currículo se caracterizava pelo ensino da gramática, da retórica e da escolástica, em primeiro plano; e das letras teológicas e jurídicas, no plano superior, com alguns rudimentos de medicina e com pouco interesse pelas ciências naturais (ALMEIDA JUNIOR, 1979).

Dentro desse ensino excessivamente literário e retórico, nota-se, através do código administrativo, curricular e disciplinar dos jesuítas, denominado de *Ratio Studiorum* que, além das aulas de ler e escrever,

eram oferecidos, [...], os cursos de Letras Humanas, em cinco ou seis anos, filosofia e ciências, em três anos, e teologia e ciências sagradas. O curso de filosofia e ciências, considerado de nível secundário, compreendia estudos de lógica, metafísica, moral, matemática e ciências físicas e naturais, com duração que chegava a três anos. Já o curso de teologia e ciências sagradas, de nível superior, era destinado principalmente à formação de sacerdotes (TOYSHIMA, 2011 apud LEITE et al, 2014, p. 545).

Neste contexto, em busca de um esboço daquilo que seria os primeiros passos do ensino de Astronomia no Brasil, o curso de filosofia e ciências merece um destaque, onde no primeiro dos três anos do curso estudava-se a lógica Aristotélica, baseada no sistema silogístico⁹, e a filosofia moral. O segundo ano correspondia ao estudo da cosmologia e de outras ciências (ciências físicas, naturais e matemática) e no último ano do curso encontrava-

⁹Raciocínio dedutivo estruturado formalmente, a partir de duas proposições, ditas premissas, das quais, por inferência, se obtém necessariamente uma terceira, chamada conclusão.

se o estudo da teodiceia¹⁰ e ética, astrologia (astronomia) e matemáticas superiores (LEITE et al, 2014).

Torna-se importante ressaltar que mesmo diante desse relato, a Astronomia não era disciplina dos currículos jesuíticos, mesmo assim, a presença da mesma pode ser explicada pelo fato de vários professores com formação na área continuarem a praticá-la no Brasil, tais como Valentim Estancel (1621-1705), Aloísio Conrado Pfeil (1638-1701), Domingos Capassi (1694-1736), Diogo Soares (1684-1748) e Inácio Szentmartonyi (1718-1793) (MORAES, 1994 apud BRETONES, 1999).

A respeito dessa afirmação Leonel Franca (1893-1948), sacerdote da Companhia de Jesus (fundador da PUC/RJ), em seu livro “O método pedagógico dos jesuítas: o *Ratio Studiorum*: Introdução e Tradução” destaca um episódio que confirma tal afirmativa.

Durante os meses de verão, na última hora da tarde, um extraordinário professor observava e descrevia a geografia física do céu para seus alunos que faziam mapas e previsões de movimentos estelares (FRANCA, 1952, p. 161).

Percorrendo os caminhos da história, em busca de fatos que evidenciem os primeiros passos do ensino de Astronomia no Brasil, chegamos ao período da invasão holandesa em 1630. Neste período, com a chegada dos holandeses pertencentes à companhia das Índias, inicia-se no Brasil uma série de atividades realizadas pelos “homens da ciência” (pintores, estudiosos das ciências naturais e cientistas) que o Conde Maurício de Nassau mandou trazer ao Brasil com objetivo de compreender a nova terra. Dentre esses homens, um merece destaque pela sua contribuição no campo da Astronomia, Jorge Marcgrave.

Físico e astrônomo, Jorge Marcgrave realizou, na cidade de Recife, observações meteorológicas e astronômicas no primeiro observatório astronômico do hemisfério Sul, entretanto, com a decadência dos holandeses em 1644, Marcgrave morre e leva consigo toda sua obra.

Desapareceu assim a concretização de um esboço de ensino científico possivelmente derivado da atividade desses homens de ciência, ou mais propriamente, de um ensino de física para jovens aprendizes, que trabalhando junto com Marcgrave, aprendessem o seu ofício de construir e aperfeiçoar lentes para observações astronômicas, fazer previsões

¹⁰ Conjunto de argumentos que, em face da presença do mal no mundo, procuram defender e justificar a crença na onipotência e suprema bondade do Deus criador, contra aqueles que, em vista de tal dificuldade, duvidam de sua existência ou perfeição.

meteorológicas e de eclipses e outras práticas (ALMEIDA JUNIOR, 1979, p. 47).

Após a passagem dos holandeses pela colônia, a metrópole passa a sufocar qualquer manifestação cultural, crítica e científica. Mediante tal situação o marquês de Pombal (1699-1782) tomou várias medidas com vistas a centralizar a administração da colônia, de forma a controlá-la de maneira mais eficiente. Deste modo, o conflito com os jesuítas foi inevitável e em 1759, com sua linha de pensamento estreitamente vinculada ao enciclopedismo e declaradamente anticlerical, o marquês de Pombal suprimiu as escolas jesuíticas de seus domínios e os expulsou da colônia (LEITE et al, 2014).

Com a expulsão dos missionários da Companhia de Jesus, inicia-se no Brasil o que Klajn (2002) chamou de “paralisação escolar”, pois no lugar do ensino jesuítico foram criadas as chamadas aulas régias de Latim, Grego e Retórica que, nem de longe, chegaram a substituir o eficiente sistema de ensino organizado pelos Jesuítas.

Cada aula régia constituía uma unidade de ensino, com professor único, instalada para determinada disciplina. Era autônoma e isolada, pois não se articulava com outras nem pertencia a qualquer escola. Não havia currículo, no sentido de um conjunto de estudos hierarquizados, nem a duração prefixada se condicionava ao desenvolvimento de qualquer matéria. O aluno se matriculava em tantas ‘aulas’ quantas fossem as disciplinas que desejasse. Para agravar esse quadro, os professores eram geralmente de baixo nível, porque improvisados e mal pagos, em contraste com o magistério dos jesuítas, cujo preparo chegava ao requinte (CHAGAS, 1980 apud LEITE et al, 2014).

Da expulsão dos jesuítas até a chegada da família real perpassaram-se 49 anos até o Ensino de Astronomia ganhar um folego novo. D. João VI (1767-1826) foi responsável por uma série de transformações culturais e científicas, dentre as quais destacamos aquelas referentes à Astronomia e ao seu ensino. Assim sendo, destacamos a criação da Academia da Marinha (1808), a construção de um observatório para uso da Companhia dos Guardas-Marinha (1809) e a criação da Academia Real Militar (1810) que publicou no ano de 1814 o primeiro livro texto de Astronomia (Figura 1) para o uso de seus alunos (LANGHI, 2004).

Este livro escrito por Manoel Ferreira de Araújo Guimarães (1777-1838) consiste em um compêndio composto de quatro livros. O primeiro deles apresenta 6 capítulos que se referem aos princípios básicos, que vão da definição do que é Astronomia até as consequências físicas do achatamento da terra; o segundo livro, composto de 16 capítulos e 2

apêndices, refere-se aos Corpos Celestes. O terceiro livro traz a descrição do movimento dos planetas em 8 capítulos; e no quarto e último livro, o autor descreve, em 4 capítulos, os eclipses solar e lunar.

Figura 1: Página de rosto do Livro Elementos de Astronomia, publicado em 1814, pela Academia Real Militar.



Fonte: GUIMARÃES, 1814.

Apesar de não podermos atribuir o surgimento do ensino formal de Astronomia a esse marco, em decorrência de algumas divergências entre os historiadores (BRETONES, 1999), vemos que o Ensino de Astronomia começa a adquirir uma estrutura mais sólida com a publicação deste livro.

2.2 O Ensino de Astronomia no Período Imperial

Apesar do panorama educacional fortemente clássico, marcado pela fragmentação do ensino existente nas aulas régias, as transformações educacionais, após a proclamação da independência, em 1822, continuaram. E em 1827, com o objetivo de fortalecer o ensino de Astronomia no Império, sobretudo com os alunos da Academia Real Militar, D. Pedro I estabelece um decreto criando um Observatório Astronômico (BRASIL, 1827). Entretanto, por motivos de longas discussões sobre a definição do local e das finalidades, o Observatório só teve suas obras iniciada em 1845 e seu funcionamento se deu, definitivamente, em 1852, com o nome de Imperial Observatório do Rio de Janeiro (LANGHI, 2004).

Durante o período que antecedeu o funcionamento do Imperial Observatório, o Regente interino em nome do Imperador Dom Pedro II decreta, em 1837, que o Seminário de São Joaquim fosse convertido em escola secundária, com a denominação de Colégio Pedro II (BRASIL, 1837).

Marco na história da educação brasileira, o Colégio Pedro II foi criado com objetivo de imprimir maior organicidade ao ensino secundário e para servir de modelo para as outras escolas da Corte, principalmente, por introduzir os estudos simultâneos e seriados divididos em oito “aulas”, conforme o Art. 49 do Regulamento nº 8 de 31 de Janeiro de 1838 (BRASIL, 1838).

Segundo este mesmo Regulamento, Cap. XIX, Art. 117, essas “aulas” seriam divididas em 6 anos de acordo com as tabelas (Quadro 2):

Quadro 2: Divisão dos 6 anos de ensino do Colégio Pedro II, conforme o Regulamento nº 8 de 31 de Janeiro de 1838.

Tabela Primeira		
Aulas 8ª e 7ª		
Disciplinas	Lições por semana	
“Grammatica” Nacional	5 lições	24 lições
“Grammatica” Latina	5 lições	
“Arithmetica”	5 lições	
“Geographia”	5 lições	
Desenho	2 lições	
Música vocal	2 lições	
Tabela Segunda		
Aula 6ª		
Disciplinas	Lições por semana	
Latinidade	10 lições	24 lições
Língua Grega	3 lições	
Língua “Franceza”	1 lições	
“Arithmetica”	1 lições	
“Geographia”	1 lições	
História	2 lições	
Desenho	4 lições	
Música vocal	2 lições	
Tabela Terceira		
Aulas 5ª e 4ª		
Disciplinas	Lições por semana	
Latinidade	10 lições	25 lições
Língua Grega	5 lições	
Língua “Franceza”	2 lições	
Língua “Ingleza”	2 lições	
História	2 lições	
História Natural (Zoologia, Botânica, Minerologia)	2 lições	
Geometria	2 lições	

Tabela Quarta		
Aula 3ª		
Disciplinas	Lições por semana	
Latinidade	10 lições	25 lições
Língua Grega	5 lições	
Língua “Ingleza”	1 lições	
História	2 lições	
“Sciencias Physicas” (“Chimica e Physica”)	2 lições	
Álgebra	5 lições	
Tabela Quinta		
Aula 2ª		
Disciplinas	Lições por semana	
“Philosophia”	10 lições	30 lições
“Rhetorica” e “Poetica”	10 lições	
“Sciencias Physicas” (“Chimica e Physica”)	2 lições	
História	2 lições	
“Mathematica”	6 lições	
Tabela Sexta		
Aula 1ª		
Disciplinas	Lições por semana	
“Philosophia”	10 lições	30 lições
“Rhetorica” e “Poetica”	10 lições	
História	2 lições	
“Sciencias Physicas” (“Chimica e Physica”)	2 lições	
Astronomia	3 lições	
“Mathematica”	3 lições	

Fonte: BRASIL, 1838.

Analisando o Quadro 2, vemos a Astronomia presente na sexta tabela, referente a Aula 1ª, que consiste o último ano do Colégio Pedro II. Esta aparição da Astronomia no último ano se dá devido à influência das ideias educacionais implementadas na revolução francesa (ALMEIDA JUNIOR, 1979). Baseado nessas ideias e nos pressupostos educacionais deixados pelos jesuítas, que tinha como base epistemológica as sete artes liberais (Trivium e Quadrivium), as disciplinas presentes no Regulamento nº 8 de 31 de Janeiro de 1838, se distribuíam conforme a sua relevância, sendo assim, a presença da Astronomia, no último ano, se justificava, tendo em vista a sua importância, neste contexto das artes liberais (FRIANÇA, 1999).

Todavia, com a reforma do Regulamento Interno do Dom Pedro II, por meio do Decreto nº 62, de 1º de Fevereiro de 1841 (BRASIL, 1841), a disciplina de Astronomia sai do currículo e tem seus conteúdos incorporados a outras disciplinas como “Cosmographia”, que neste programa estava presente em conjunto com “Chronologia”; “Physica” e “Chimica”. É

importante ressaltar que esta reforma só foi implementada no ano 1850 (HOSOUME; LEITE; DEL CARLO, 2010).

Nos anos subsequentes ocorreram mais seis reformas (1856; 1858; 1862; 1877; 1879; 1882) até a proclamação da República, em 1889. Nestas reformas, os conteúdos de Astronomia estiveram com maior frequência nas disciplinas de Physica (Física), Geographia (Geografia) e Cosmographia (Cosmografia), de modo que a distribuição desse conteúdo foi bastante diversificada ao longo dessas reformas, estando completamente ausente no programa de 1856 (HOSOUME; LEITE; DEL CARLO, 2010).

2.3 Da proclamação da República aos Parâmetros Curriculares Nacionais

Após a proclamação da República (1889), o Colégio Pedro II permaneceu com a função de escola padrão para as demais instituições, públicas e privadas, até o ano de 1942. Nesse ano é sancionada a Lei Orgânica do ensino secundário, conhecida também como Reforma Capanema (HOSOUME; LEITE; DEL CARLO, 2010).

Neste período (1889-1942) ocorreram dez reformas no ensino secundário e os conteúdos de Astronomia apresentaram grande variação ao longo da sucessão dessas reformas, conforme indicado no Quadro 3:

Quadro 3: Distribuição dos conteúdos de Astronomia conforme as reformas que ocorreram entre 1889 e 1942.

Ano da Reforma	Ano do Programa	Disciplinas que contém conteúdos de Astronomia
1890	1892	Geographia Physica e Astronomia – Geographia – Physica
1892	1893	Geographia – Physica
1894	1895	Geographia – Geographia do Brazil e Cosmografia – Mecânica e Astronomia
1898	1898	Geographia – Physica e Chimica – Mecânica e Astronomia
1911	1912	Geographia – Physica e Chimica
1915	1915	Geographia – Physica e Chimica
1925	1926	Geographia – Physica – Cosmographia
1929	1929	Geographia – Physica – Cosmographia
1931	1931	Geografia – Ciências Físicas e Naturais – Física
1942	1942	Geografia Geral – Geografia – Física

Fonte: HOSOUME; LEITE; DEL CARLO, 2010.

Ao examinarmos este quadro, observamos que os conteúdos de Astronomia estão intrínsecos a outras disciplinas, principalmente, as disciplinas de “Geographia” e “Physica”; e que como disciplina a Astronomia esteve presente apenas nas reformas de 1894 e 1898.

Após a reforma de 1942, o ensino secundário passou por mais uma reforma em 1951, antes da promulgação da primeira Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB.

Segundo Hosoume, Leite e Del Carlo (2010), nesta reforma de 1951, o conteúdo relativo à astronomia torna-se desprezível, resumindo-se apenas a dois tópicos: “A Terra no espaço”, presente na disciplina de Geografia; e “Gravitação”, presente na disciplina de Física.

Com a publicação da LDB de 1961, a obrigatoriedade do currículo nacional é extinta e os estados passam a ter autonomia na construção de suas propostas curriculares; em decorrência disso, os conteúdos de astronomia na educação básica permaneceram limitados.

Entretanto, conforme Leite et al. (2014) a partir da primeira LDB uma série de mudanças no ensino das Ciências Naturais foi surgindo ao longo das décadas de 60 a 90, das quais destacamos: a ampliação da obrigatoriedade do ensino de ciências a todas as séries do ensino fundamental; a valorização da participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem; e a implementação de diversos projetos de ensino, dentre eles os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), que nascem da necessidade de se construir referências nacionais comuns ao processo educativo em todas as regiões brasileiras, após a promulgação da LDB de 1996.

Com a publicação desses documentos oficiais, os conteúdos de Astronomia ganham um fôlego novo e passam a ter um destaque maior, tanto no ensino fundamental, quanto no ensino médio.

Analisando estes documentos constatamos uma ênfase maior destes conteúdos a partir do terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental – EF (BRASIL, 1998) na disciplina Ciências, no eixo temático¹¹ intitulado: **Terra e Universo**.

Ao trazer este eixo temático, os PCN para este nível de ensino, correspondente do 6º ao 9º ano, destaca os seguintes conteúdos centrais, que nortearão o desenvolvimento de conceitos, procedimentos e atitudes:

Observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário; Busca e organização de informações sobre cometas, planetas e satélites do sistema Solar e outros corpos celestes para elaborar uma concepção de Universo; Caracterização da constituição da Terra e das condições existentes para a presença de vida; Valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes (BRASIL, 1998, p. 66-67).

¹¹Os eixos temáticos representam uma organização articulada de diferentes conceitos, procedimentos, atitudes e valores para cada um dos ciclos da escolaridade (BRASIL, 1998).

Identificação, mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra; Identificação da atração gravitacional da Terra como a força que mantém pessoas e objetos presos ao solo ou que os faz cair, que causa marés e que é responsável pela manutenção de um astro em órbita de outro; Estabelecimento de relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, mediante observação direta local e interpretação de informações deste fato nas diferentes regiões terrestres, para compreensão do modelo heliocêntrico; Comparação entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, considerando os movimentos do Sol e demais estrelas observados diariamente em relação ao horizonte e o pensamento da civilização ocidental nos séculos XVI e XVII; Reconhecimento da organização estrutural da Terra, estabelecendo relações espaciais e temporais em sua dinâmica e composição; Valorização do conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje (BRASIL, 1998, p. 95-96).

Estes conteúdos centrais visam, portanto, avaliar se ao final destes ciclos os alunos são capazes de caracterizar os movimentos visíveis de corpos celestes no horizonte e seu papel na orientação espaço-temporal hoje e no passado da humanidade; Compreender como as teorias geocêntrica e heliocêntrica explicam os movimentos dos corpos celestes, relacionando esses movimentos a dados de observação e à importância histórica dessas diferentes visões; Compreender a história evolutiva dos seres vivos, relacionando-a aos processos de formação do planeta (BRASIL, 1998).

Ao se trata de Ensino Médio, os conteúdos de Astronomia estão vinculados à disciplina de Física, conforme as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (BRASIL, 2002), no tema estruturador de número 6, intitulado: **Terra, Universo e Vida Humana**. Este tema estruturador tem como objetivo principal proporcionar ao aluno uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, de modo que o mesmo seja capaz de refletir acerca da sua presença e seu “lugar” na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência (BRASIL, 2002).

Visando, portanto, alcançar tal objetivo este tema estruturador (Terra, Universo e Vida Humana) subdivide-se em três unidades temáticas: **Terra e sistema solar**; **O Universo e sua origem**; e **Compreensão humana do Universo**, cujas competências encontram-se destacadas no Quadro 4.

Quadro 4: Unidades temáticas e suas respectivas competências.

Unidades temáticas	Competências
Terra e sistema solar	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as relações entre os movimentos da Terra, da Lua e do Sol para a descrição de fenômenos astronômicos (duração do dia e da noite, estações do ano, fases da lua, eclipses etc.). • Compreender as interações gravitacionais, identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites.
O Universo e sua origem	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo, além das formas atuais para sua investigação e os limites de seus resultados no sentido de ampliar sua visão de mundo. • Reconhecer ordens de grandeza de medidas astronômicas para situar a vida (e vida humana), temporal e espacialmente no Universo e discutir as hipóteses de vida fora da Terra.
Compreensão humana do Universo	<ul style="list-style-type: none"> • Conhecer aspectos dos modelos explicativos da origem e constituição do Universo, segundo diferentes culturas, buscando semelhanças e diferenças em suas formulações. • Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo (matéria, radiação e interações) através dos tempos, identificando especificidades do modelo atual. • Identificar diferentes formas pelas quais os modelos explicativos do Universo influenciaram a cultura e a vida humana ao longo da história da humanidade e vice-versa.

Fonte: Brasil, 2002, p. 79

Em suma, este conjunto de competências, nos mostra que o que se pretende, ao final da educação básica, com o tema estruturador **Terra, Universo e Vida Humana**, é que o jovem adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive (BRASIL, 2002).

2.4 Base Nacional Comum Curricular: Novos Rumos do Ensino de Astronomia no Brasil

Depois da publicação da **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional – LDB** (BRASIL, 1996) a Educação no Brasil, principalmente a Educação Básica, vem passando por um processo de reformulação e reestruturação. Nas últimas décadas, principalmente com o advento das novas tecnologias e sua disseminação na sociedade contemporânea, presenciamos diversas mudanças estruturais e curriculares que visam à inserção do aluno no mundo científico e tecnológico.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (BRASIL, 2000) e PCN+ (BRASIL 2002), as Orientações Curriculares para o Ensino Médio – OCEM (BRASIL, 2006), as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica – DCN (BRASIL, 2013) são partes

integrantes dessas mudanças que visam não apenas fomentar e difundir a alfabetização científica e tecnológica entre os cidadãos, mas principalmente compor um arcabouço geral de conhecimento a ser comum em todas as escolas do país. Entretanto, esta iniciativa esbarra-se na fragmentação das políticas educacionais existente entre os estados e na diversidade cultural existente no país.

Neste contexto, e em consonância com os marcos legais do Plano Nacional de Educação – PNE (BRASIL, 2014), inicia-se em 2015 a construção coletiva de uma Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que estabeleça e defina, mediante pactuação interfederativa (União, Estados, o Distrito Federal e os Municípios), diretrizes pedagógicas comuns a toda Educação Básica (Educação Infantil, Ensino Fundamental e Ensino Médio), de modo a respeitar a diversidade regional, estadual e local.

Dessa maneira, visando à aprendizagem e o desenvolvimento global do aluno a partir das características regionais, culturais e locais da sociedade em que vive, a BNCC encontra-se dividida em quatro áreas de conhecimento: **(i) Linguagens; (ii) Matemática; (iii) Ciências Naturais; e (iv) Ciências Humanas.**

Neste contexto, os conteúdos de Astronomia estão intrinsecamente ligados, assim como nos PCN, à área de Ciências Naturais, nas disciplinas de Ciências (Ensino Fundamental) e na disciplina de Física (Ensino Médio).

No Ensino Fundamental, o componente curricular de Ciências foi organizado em três Unidades Temáticas (UT): **Matéria e energia; Vida e evolução; e Terra e Universo.** Nesta última UT, Terra e Universo, os conteúdos inerentes ao ensino de Astronomia ganham uma ênfase maior, como mostra o Quadro 5.

Quadro 5: Distribuição dos conteúdos de Astronomia conforme a BNCC – EF

Unidade Temática Terra e Universo		
	OBJETOS DE CONHECIMENTO	HABILIDADES
1º Ano	Escalas de tempo	Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão dos dias, semanas, meses e anos. Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.
2º Ano	Movimento do Sol no céu; O Sol como fonte de luz e calor.	Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho de sua própria sombra e da sombra de diferentes objetos. Comparar e registrar o efeito da radiação solar (aquecimento) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfície escura, superfície clara etc.).

3º Ano	Características da Terra; Observação do céu; Usos do solo.	<p>Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).</p> <p>Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.</p> <p>Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em algumas características (cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.).</p> <p>Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a vida.</p>
4º Ano	Pontos cardeais; Calendários, fenômenos cíclicos e cultura.	<p>Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon).</p> <p>Comparar e explicar as diferenças encontradas na indicação dos pontos cardeais resultante da observação das sombras de uma vara (gnômon) e por meio de uma bússola.</p> <p>Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas.</p>
5º Ano	Constelações e mapas celestes; Movimento de rotação da Terra; Periodicidade das fases da Lua; Instrumentos óticos.	<p>Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos, como mapas celestes e aplicativos, entre outros, e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite.</p> <p>Associar o movimento diário do Sol e demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.</p> <p>Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses.</p> <p>Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.</p>
6º Ano	Forma, estrutura e movimentos da Terra.	<p>Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.</p> <p>Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.</p> <p>Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.</p> <p>Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos de rotação e translação do planeta Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.</p>
7º Ano	Composição do ar Efeito estufa; Camada de ozônio; Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e	<p>Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.</p> <p>Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra,</p>

	tsunamis); Placas tectônicas e deriva continental.	discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar propostas para a reversão ou controle desse quadro. Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera. Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas. Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.
8º Ano	Sistema Sol, Terra e Lua; Clima.	Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua. Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais. Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra. Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e como elas são medidas. Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.
9º Ano	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; Astronomia e cultura Vida humana fora da Terra; Ordem de grandeza astronômica; Evolução estelar.	Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões). Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.). Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e na ordem de grandeza das medidas astronômicas. Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Fonte: BRASIL, 2017

Ao analisarmos o Quadro 5 percebermos claramente a presença dos conteúdos de Astronomia no decorrer dos Anos do **Ensino Fundamental**, a única exceção é o 7º Ano, que dá um destaque maior aos fenômenos naturais que são objeto das geociências. Entretanto, esta ênfase dada aos conteúdos de Astronomia pela BNCC para este nível de ensino, nos mostra a

necessidade de uma boa formação do professor que lecionará esta disciplina, tendo em vista a quantidade e a profundidade dos conteúdos propostos, que vão desde a escala de tempo, até a evolução estelar.

Quanto à BNCC para o Ensino Médio, o que vemos na última versão, lançada no 1º semestre de 2018, é um retrocesso em relação aos conteúdos de Astronomia se comparamos com as primeiras versões da base e com os PCN. Nas primeiras versões os conteúdos de Astronomia estavam bastante presente na área de Ciências Naturais, no componente curricular de Física. Nesta última versão, estes conteúdos também estão imersos na área das Ciências Naturais e suas tecnologias, mas resume-se a uma competência específica, a número 2, que tem como objetivo: Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis (BRASIL, 2018).

Segundo esta versão, nesta competência podem ser mobilizados conhecimentos astronômicos relacionados aos modelos cosmológicos e a gravitação universal, conforme vemos nas habilidades propostas:

- Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.
- Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

Nesta proposta o que vemos, portanto, é uma ruptura em relação àquilo que vinha sendo discutido pela comunidade científica e escolar nas primeiras versões. Por este motivo, e por ainda está em discussão no Conselho Nacional de Educação (CNE), não a levaremos em consideração em nosso trabalho.

Em síntese, a implementação dos conteúdos de Astronomia propostos pela BNCC (Ensino Fundamental) e PCN (Ensino Médio) requer um olhar mais apurado para os cursos de formação de professores de Ciências Físicas, especialmente de Ciências, para o nível fundamental, e de Física, para o nível médio, uma vez que a profundidade destes conteúdos na Educação Básica demanda uma formação mais sólida em conteúdos e metodologias inerentes ao Ensino de Astronomia, o que, na maioria das vezes, segundo Leite *et al.* (2014), não é ministrado de maneira adequada nos cursos de formação inicial (Licenciaturas).

3 EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA E A FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Como vimos, no capítulo anterior, as propostas apresentadas pela BNCC (BRASIL, 2017) para Ciências no Ensino Fundamental e pelos PCN (BRASIL, 2000) e PCN+ (BRASIL, 2002) para Física no Ensino Médio nos conduzem a olhar para os cursos de formação inicial (Licenciaturas em Ciências e Licenciatura em Física) de modo mais apurado, em virtude da quantidade e da profundidade dos conteúdos sugeridos por estes documentos. Entretanto, esta preocupação com os cursos de formação inicial, em fomentar uma formação mais sólida em conteúdos e metodologias inerentes ao Ensino de Astronomia, não se restringe ao tempo presente.

Segundo o Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil¹², a primeira pesquisa acadêmica em nosso país, com o intuito de fomentar uma formação mais sólida aos professores da Educação Básica sobre tópicos de Astronomia, data-se da segunda metade do século 20, em especial a partir da década de 1970, intitulada **Um Projeto Brasileiro de Ensino de Física**. Este projeto, na verdade, trata-se da tese de doutorado do professor Rodolfo Caniato (1973).

Neste projeto, o autor, após o contato direto com os alunos que ingressavam no curso de Física, demonstra a sua preocupação com a formação inicial e continuada:

O contato do autor com alunos recém-passados em exames vestibulares de Física revelou, desde há muito tempo, que, mesmo no caso de alunos “bem preparados” para o vestibular, seu **desconhecimento dos fenômenos, mesmo os mais simples e ligados às coisas mais fundamentais que haviam estudado**, representava um problema sério. Outras experiências e entrevistas revelaram que o problema é muito mais grave do que se poderia imaginar. Isso porque **essa constatação se estendeu a professores e a alunos até o nível de pós-graduação** (CANIATO, 1973, p. 3, grifo nosso).

Levando em conta esta constatação, de que os alunos desconheciam fenômenos simples do dia-dia, Caniato (1973), embasado em seu projeto e nas experiências vividas nos projetos P.S.S.C (Physical Science Study Committee) e H.P.P (Harvard Project Physical), passou a ministrar cursos para professores de diferentes regiões do Brasil e da América do Sul. Estes cursos contavam com 5 unidades didáticas (CANIATO, 1973), formadas por uma série de atividades práticas e sugestões metodológicas para os professores. Dentre estas

¹²Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/inicio>.

unidades, uma refere-se inteiramente a tópicos de Astronomia, a Unidade 1, chamada “O Céu”. Esta unidade redeu, ao autor, um livro com o mesmo título, que vai desde o porquê estudar Astronomia na Educação Básica até o panorama do Universo em um contexto além do sistema solar (CANIATO, 2011).

Figura 2: Professor Rodolfo Caniato ministrando um curso de formação de professores no ano de 1981, em Teresópolis, Rio de Janeiro.



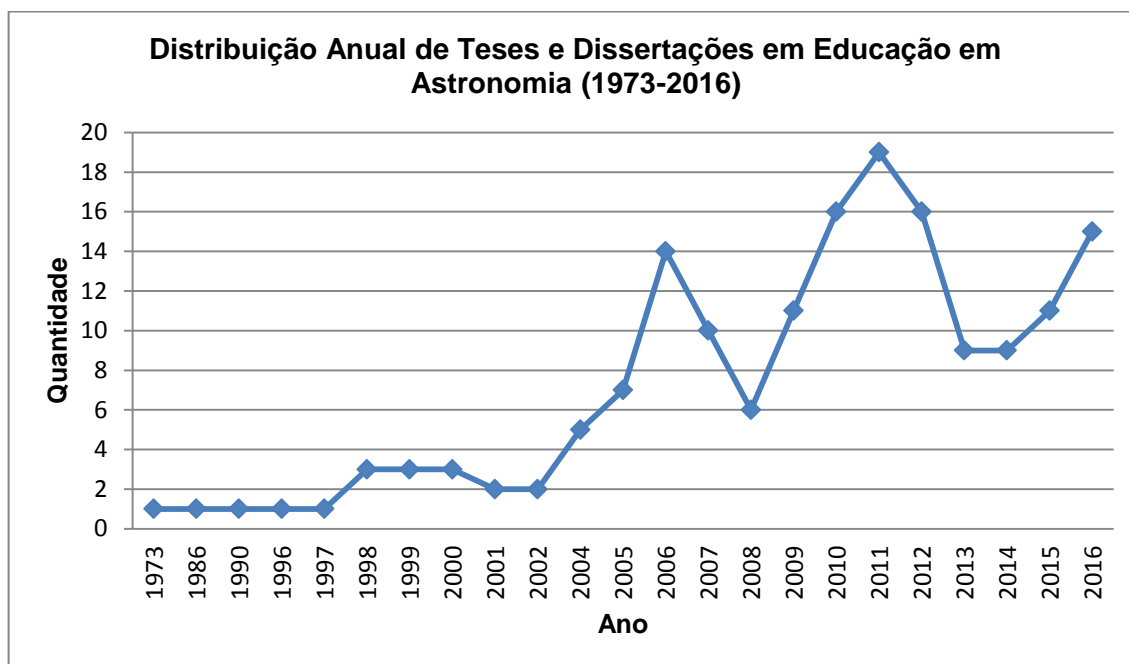
Fonte: CANIATO, 1981. Disponível em <http://rodolphocaniato.blogspot.com.br/>. Acessado em 01 de Junho de 2017.

Antes de continuarmos, é importante ressaltar que durante o desenvolvimento da pesquisa feita por Caniato, o Brasil já contava com o curso de graduação em Astronomia, na Faculdade Nacional de Filosofia (FNFfi), pertencente a antiga Universidade do Brasil (UB). Entretanto, a função deste curso, criado em 1958, não era a formação de professores, o objetivo, na verdade, era a formação básica de pesquisadores em Astronomia, neste contexto, não cabia ao curso se preocupar com o ensino em si (CAMPOS, 2014). Era uma espécie de Bacharelado.

O projeto pioneiro desenvolvido por Caniato (1973), portanto, teve um papel fundamental no sentido de impulsionar o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao Ensino-Aprendizagem da Astronomia na Educação Básica. Neste sentido, diversas pesquisas foram sendo desenvolvidas ao longo dos anos com o objetivo de difundir e promover a mais antiga de todas as ciências.

O gráfico a seguir apresenta a distribuição dessas pesquisas ao longo dos anos:

Gráfico 01: Distribuição Anual de Teses e Dissertações em Educação em Astronomia (1973-2016).



Fonte: Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia. Disponível em: <http://www.btdea.ufscar.br/estatisticas>; acesso em 06 de junho de 2017.

Ao analisarmos o gráfico, vemos que até o início dos anos 2000 apenas 14 trabalhos acadêmicos (Teses e Dissertações) em Educação em Astronomia tinham sido escritos, número relativamente pequeno se comparado ao período de quase 30 anos. Contudo, se analisarmos por décadas (1971-1980: 1 trabalho; 1981-1990: 2 trabalhos; 1991-2000: 11 trabalhos) estes números apontam uma crescente preocupação entre os pesquisadores com a maneira em que a Astronomia estava sendo trabalhada em sala de aula (BRETONES; MEGID NETO, 2005) (BUFFON, 2016).

Nos anos subsequentes, a produção científica brasileira na área de Educação em Astronomia continuou a crescer expressivamente, destaque para os anos de 2001 a 2006 (30 trabalhos) e de 2008 a 2011 (52 trabalhos).

Para Bretones (2005) uma possível justificativa para esse crescimento durante esse período pode ter sido a influência dos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências Naturais (PCNs) e a ênfase que estes davam para os conteúdos de Astronomia. O autor destaca ainda que este aumento também pode ser explicado parcialmente pela criação de Programas de Pós-Graduação em três instituições: UFRGS, UNICSUL e UFRN (BRETONES, 2011).

Outras prováveis justificativas, as quais ousamos ressaltar, é o lançamento da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) no ano de 2004, que deu muito mais capacidade de articulação e formação de redes de contato entre os pesquisadores; a

criação do banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil, a partir dos trabalhos de Bretones e Megid Neto (2005); a idealização do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA), em 2009, durante a Assembleia Geral da União Astronômica Internacional no Rio de Janeiro, e sua implementação em 2011 com o objetivo de servir de fórum nacional para debate de ideias, apresentação de trabalhos e estruturação da Educação em Astronomia.

Em um contexto geral, além desses fatos citados anteriormente, Langhi e Nardi (2014) destacam alguns fatos históricos que permitiram este crescimento a partir da década de 70, os quais queremos destacar:

- A criação em 1993 da Comissão de Ensino de Astronomia dentro da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), esta última fundada em 1974, com objetivo de reunir os astrônomos do Brasil; zelar pela liberdade de ensino e pesquisa, bem como, pelos interesses e direitos dos astrônomos, e pelo prestígio da ciência do País; estimular as pesquisas e o ensino de Astronomia no País; manter contato com institutos e sociedades correlatas no País e no exterior; promover reuniões científicas, congressos especializados, cursos e conferências; e editar um boletim informativo sobre suas atividades e assuntos gerais relacionados com a Astronomia;
- Surgimento e realização de eventos, tais como: o Encontro Brasileiro de Ensino de Astronomia – EBEA (1996), Reunião da Associação Brasileira de Planetários – RABP (1996), a Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica – OBA (1998), os Encontros Regionais de ensino de Astronomia – EREA (2009) e o já citado SNEA (2009).
- Criação, no ano 2000, da Área 46 (Área de Ensino de Ciências e Matemática) da CAPES, que impulsionou a criação de mestrados, doutorados e periódicos no campo do Ensino de Ciências.
- O Ano Internacional da Astronomia (2009), que pode ser considerado um fator catalisador para o surgimento de novas pessoas interessadas nessa linha de pesquisa.

Em síntese, o gráfico nos mostra que as pesquisas no campo de Educação em Astronomia apresentaram um aumento bastante significativo a partir da década de 70 e que esta ascensão continua, de modo a contemplar diversos focos temáticos, tais como Divulgação

Científica; Etnoastronomia; História da Ciência; Propostas de inserção da Astronomia em sala de aula (Currículos e programas); Metodologias e recursos didáticos para o Ensino de Astronomia na Educação Básica; Espaço e ambiente não-formais de ensino; Concepções Alternativas; Formação de professores (Inicial e Continuada), entre outros.

Em relação às pesquisas com foco na formação de professores, estas também apresentam uma ascensão (BRETONES; MEGID NETO, 2005) (BRETONES, 2011). Mas qual é o significado do termo formação de professores? Segundo as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores – DCNFP (BRASIL, 2015b) a formação de professores trata-se da,

[...] preparação e do desenvolvimento de profissionais para funções de magistério na educação básica em suas etapas – Educação Infantil, Ensino Fundamental, Ensino Médio – e modalidades – Educação de Jovens e Adultos, Educação Especial, Educação Profissional e Técnica de Nível Médio, Educação Escolar Indígena, Educação do Campo, Educação Escolar Quilombola e Educação a Distância – a partir de uma compreensão ampla e contextualizada de educação e de educação escolar, de modo a assegurar a produção e difusão de conhecimentos de determinada área e a participação na elaboração e implementação do projeto político pedagógico da instituição, na perspectiva de garantir, com qualidade, os direitos e objetivos de aprendizagem e o seu desenvolvimento, a gestão democrática e a avaliação institucional (BRASIL, 2015b).

De forma sucinta, a formação de professores trata-se da formação docente para o exercício da docência em suas diversas etapas e modalidades de educação. Ou seja, a formação de professores refere-se ao ensino profissionalizante para o ensino, cuja interação entre formador e formando é pautada de uma intenção de mudança, desenvolvida num contexto organizado e institucional mais ou menos delimitado (LANGHI; NARDI, 2012).

Esta formação docente, que trata o parágrafo anterior, pode ser compreendida de duas maneiras distintas: Formação Inicial e Formação Continuada.

A formação inicial prepara para o início da atividade profissional na docência, e a formação continuada potencializa o desenvolvimento profissional, subsidiando a consolidação/reconstrução das identidades dos professores (NÚÑES; RAMALHO, 2010, p. 212).

A formação inicial, portanto, corresponde ao período de aprendizado dos futuros professores durante a graduação, devendo estar articulada com as práticas de formação

continuada¹³ (LANGHI; NARDI, 2012). Em outras palavras, a formação inicial corresponde ao período de aprendizado dos futuros professores durante a graduação, enquanto a formação continuada deve buscar a construção de uma identidade profissional voltada para o ensino. Assim sendo, a formação inicial não pode ser concebida como um processo finito e completo em si, ao contrário, este processo formativo deve ser considerado como a primeira fase de um longo e diferenciado processo de desenvolvimento profissional (LANGHI; NARDI, 2012).

Este processo de desenvolvimento profissional docente, segundo Núñez e Ramalho (2010), trata-se de um processo contínuo de maturação e consolidação das potencialidades pedagógicas docentes, que se dá por meio da articulação entre a profissionalidade (Formação inicial) e o profissionalismo (Formação continuada), podendo ser analisado em duas dimensões: Uma social e uma individual.

A dimensão social diz respeito a novas necessidades formativas que emergem das mudanças e dos aperfeiçoamentos do próprio campo profissional. [...] A dimensão individual diz respeito à condição do professor como pessoa, sua história, suas necessidades, seu ritmo próprio de aprendizagem, seu projeto de formação profissional (NÚÑES; RAMALHO, 2010, p. 211).

Com base nestas dimensões podemos ressaltar que a formação docente começa bem antes do curso de graduação, assim sendo a formação inicial e a posterior experiência profissional não são os únicos momentos da trajetória formativa do professor, é preciso acrescentar a essa trajetória formativa os anos vividos com a família e os anos escolares (LANGHI; NARDI, 2012).

Partindo deste pressuposto, de que a formação docente inicia-se bem antes do que a dita formação inicial, Langhi e Nardi (2012) destacam quatro trajetórias que formam este processo contínuo de formação docente: I. Trajetória formativa docente inicial; II. Trajetória formativa docente Intermediária; III. Trajetória formativa docente na carreira; IV. Trajetória formativa docente pós-carreira.

¹³ O Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência –PIBID– é o *locus* ideal para esta articulação, pois tem como objetivo justamente inserir o licenciando bolsista no ambiente escolar, sob a supervisão de um professor. Os projetos devem promover a inserção dos estudantes no contexto das escolas públicas desde o início da sua formação acadêmica para que desenvolvam atividades didático-pedagógicas sob orientação de um docente da licenciatura e de um professor da escola, enquanto este estará também envolvido com sua educação continuada. Na área de física, é comum aos subprogramas Pibid incluírem o ensino de astronomia nas suas atividades, e isso é feito em consonância com as prescrições dos PCN e PCN+, e agora terá de seguir as exigências contidas na Base Nacional Comum Curricular, seja ela qual for pois se constitui em lei, no Ensino Fundamental ou no Ensino Médio.

Para os autores (LANGHI; NARDI, 2012), a trajetória formativa docente inicial compreende as experiências vividas pelo indivíduo no seio familiar, social e escolar que ocorrem antes da escolha pela carreira docente e que possivelmente o acompanhará como futuro professor.

A trajetória formativa docente intermediária tem esse nome por se situar entre a vida pré-profissional do indivíduo (trajetória formativa docente inicial) e sua futura carreira docente (trajetória formativa docente na carreira), trata-se, portanto, do início da formação profissional do indivíduo enquanto professor, é o que normalmente denominamos de formação inicial ou graduação.

Já a trajetória formativa docente na carreira refere-se às experiências formativas do indivíduo após o término do curso que o habilitou; em outras palavras, é a formação de professores em exercício do magistério a partir de programas promovidos dentro e fora da escola, é a chamada formação continuada. No Brasil, o exemplo mais pungente desse tipo de trajetória é a que inclui a realização de um programa de pós-graduação pelo professor, um mestrado profissional ou acadêmico, seguido ou não de um doutorado.

Por fim, a quarta trajetória sugerida por Langhi e Nardi (2012) consiste nas contribuições direta e indireta feitas por parte dos profissionais que finalizaram sua carreira docente, mas que não se contentam em ficar imóveis diante das dificuldades vivenciadas pela comunidade escolar, assim sendo este profissional se volta a prestar um trabalho junto à comunidade e de continuar aprendendo.

Diante destas trajetórias formativas propostas por Langhi e Nardi (2012) temos a consciência que o processo de formação inicial dos professores, inicia-se antes mesmo de entrarmos nos cursos de graduação, no entanto, ao utilizamos este termo no decorrer deste texto, estaremos nos referindo aos alunos que encontram-se nos cursos de licenciatura, ou seja, no início de sua formação profissional.

4 ASPECTOS RELEVANTES NO ESTUDO SOBRE ESTRELAS

4.1 Cores e Brilhos das Estrelas

Ao olharmos para o céu noturno repleto de estrelas, a primeira coisa que notamos, aparentemente, é que elas são fontes de luz muito mais fracas que a nossa estrela, o Sol. Mas por que temos essa sensação? Esse fato pode ser explicado com base nas enormes distâncias que estas se encontram de nós. Para termos noção destas distâncias a estrela mais próxima da Terra, depois do Sol, chamada Proxima Centauri, está a 4,2 anos-luz¹⁴ da Terra, ou seja, cerca de 39,9 trilhões de quilômetros.

Outra coisa que podemos observar é que as estrelas apresentam cores e brilhos variáveis. A cor de uma estrela é determinada, segundo a teoria da radiação emitida por um corpo negro¹⁵, pela temperatura em que se encontra a sua superfície. O Sol, por exemplo, tem uma cor amarelo-esverdeada, correspondente, de acordo com a lei de deslocamento de Wein¹⁶, a um comprimento de onda de 500 nm. Isso porque na superfície do Sol a temperatura é de cerca de 5800 K (kelvin) (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2012).

Outras estrelas bem maiores que o Sol e vermelhas, são as chamadas estrelas gigantes vermelhas, cuja temperatura na superfície é da ordem de 3 000 K. Um exemplo é Betelgeuse (Alfa de Orion), a qual irradia com um comprimento de onda máximo de cerca de 970 nm. Outras estrelas são azuladas, é o caso de Rigel (Beta de Orion), cuja temperatura de superfície chega aos 20 000 K, por esse motivo irradia com um comprimento de onda máximo de 145 nm aproximadamente. Há ainda remanescentes de estrelas de baixa massa, de cor branca e tamanho muito pequeno, quase tão pequeno quanto a Terra, são as anãs brancas, que têm temperaturas superficiais da ordem de 10^3 a 10^5 K (CAPELATO, 2003) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (FONTAINE et al. 2013).

O brilho das estrelas, por sua vez, depende de duas variáveis: da luminosidade (quantidade de energia que a estrela emite – em todas as direções – por unidade de tempo) e da distância a que nos encontramos da estrela. É importante ressaltar que o brilho, o qual

¹⁴ O ano-luz é a distância percorrida pela luz durante um ano, expresso por 9.460.730.472.580,8 km, ou cerca de 9,46 trilhões de quilômetros.

¹⁵ Um corpo negro é um sistema ideal que absorve, sem refletir, toda radiação que incide sobre ele (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2012).

¹⁶ A lei de deslocamento de Wein diz que o comprimento de onda onde se situa a máxima emissão de radiação eletromagnética de um corpo negro é inversamente proporcional à temperatura absoluta da superfície do corpo; isto é, quando a temperatura aumenta, o pico de emissão se “desloca” para comprimentos de onda mais curtos. Este comportamento é descrito pela relação a seguir: $\lambda_{m\acute{a}x} = (0,002898 \text{ m.K})/T$ (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2012).

estamos falando, refere-se ao brilho aparente de uma estrela. O brilho absoluto refere-se à luminosidade, sendo esta uma característica intrínseca da estrela, independente da distância a que o observador se encontre da mesma (CAPELATO, 2003) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Assim para evitar confusão, ao usarmos a palavra luminosidade, estaremos nos referindo ao brilho absoluto e ao usarmos a palavra brilho estaremos nos referindo ao brilho aparente das estrelas.

Portanto, considerando o formato esférico das estrelas, a sua luminosidade (L) poderá ser definida, de acordo com a lei de Stefan-Boltzmann, como sendo $L = A.e.\sigma.T^4$, onde A é a área superficial da estrela ($4\pi R^2$); σ ($= 5,6696 \times 10^{-8} \text{ W.m}^{-2}.\text{K}^{-4}$) é a constante de Stefan-Boltzmann; T , a temperatura superficial da estrela em kelvin; e por fim, temos a **emissividade** e , que para um corpo negro (absorvedor perfeito) é igual a 1. Pela equação observamos que a luminosidade da estrela só depende de sua temperatura (T) e do seu tamanho (R).

Além disso, observamos que o fluxo emitido por uma estrela, expresso por $\sigma.T^4$, pode ser compreendido como a luminosidade (L) por unidade de área. Na verdade, esse fluxo representa o brilho da estrela (B) a uma distância d do observador. Matematicamente falando:

$$B = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Observe que o brilho está relacionado com a área da esfera que tem como raio a distância da estrela em relação ao observador; assim, quanto mais distante estiver a estrela em relação ao observador, mais fraca ela parecerá.

Outra maneira de medir o brilho das estrelas é através da sua magnitude. Nesse método, criado na Grécia antiga por Hiparco (por volta do século II a.C.), o brilho das estrelas é dividido, a partir da observação a olho nu, em seis magnitudes, de forma que as estrelas mais brilhantes possuem magnitude 1 e as menos brilhantes, magnitude 6.

Hoje com a instrumentação moderna podemos encontrar estrelas de magnitude fracionária, negativa, no caso dos objetos mais brilhantes do que uma estrela de magnitude 1 ou com valores maiores que 6, se esta apresentar um brilho muito fraco. (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b).

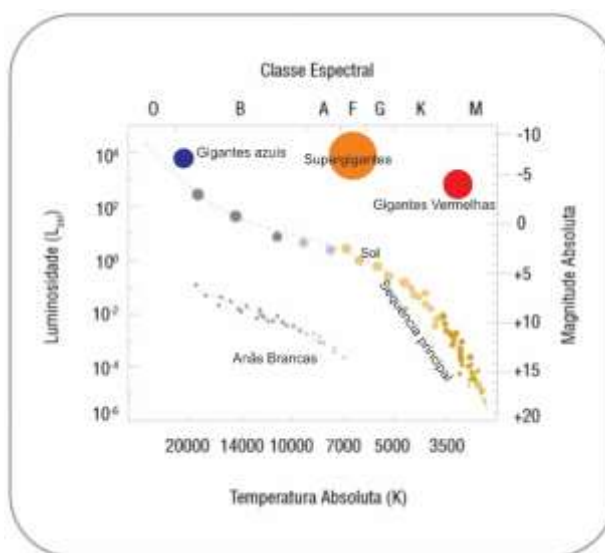
4.2 Classificação das estrelas

Já que estamos falando de cor e brilho das estrelas, não podemos deixar de falar do diagrama de Hertzsprung-Russell, ou simplesmente diagrama HR. Esse diagrama, elaborado no início do século 20, de forma independente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967) e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), mostra como as estrelas se distribuem conforme sua luminosidade e sua temperatura superficial (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Ao examinarmos este diagrama (Figura 3) percebemos que as estrelas não se distribuem aleatoriamente, mas tendem a se concentrar em algumas regiões definidas.

A maioria das estrelas, incluindo o nosso Sol, ficam numa faixa que corre mais ou menos diagonalmente pelo diagrama. Esta faixa é denominada **Sequência Principal**, e as estrelas que aí se localizam são chamadas de estrelas da Sequência Principal. Aqui, as estrelas mais vermelhas – mais frias superficialmente – são as menos luminosas, enquanto que as estrelas mais azuis – mais quentes – são as mais luminosas. (CAPELATO, 2003, p.5-10, grifo nosso).

Figura 3: Diagrama HR



Fonte: Adaptado de CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b.

Cabe ressaltar que o fato de uma estrela estar na sequência principal ou fora dela não se refere à sua posição no espaço, mas apenas à posição do ponto no diagrama HR que representa sua luminosidade e sua temperatura (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Na verdade, o fator primordial que define a posição de uma estrela na Sequência Principal é a relação entre a massa da mesma e sua luminosidade, que é definida pela expressão $L \propto M^3$, deste modo, estrelas de maior massa, terão uma luminosidade maior e, conseqüentemente, um menor tempo de vida. Isso porque quanto mais massiva a estrela, maior a temperatura necessária, em seu interior, para que ela seja capaz de compensar a contração da gravidade. Desta forma, as estrelas mais quentes e mais massivas têm alta luminosidade superficial e consomem seu combustível a taxa muito mais elevada que estrelas menos massivas, isto quer dizer, que a fusão de hidrogênio no núcleo da estrela é mais prolongada quanto menor a massa da estrela. Assim sendo, o tempo de vida de uma estrela na sequência principal é determinado pela razão entre a energia que ela tem disponível e a taxa com que ela gasta essa energia, ou seja, sua luminosidade (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

A figura a seguir, apresenta o tempo de vida das estrelas na Sequência Principal em função da sua massa.

Figura 4: Tempo de vida das estrelas na Sequência Principal em função da sua massa.

Massa	Tempo de vida na SP
60 M_{Sol}	2 milhões de anos
30 M_{Sol}	5 milhões de anos
10 M_{Sol}	25 milhões de anos
3 M_{Sol}	350 milhões de anos
1 M_{Sol} (Sol)	9 bilhões de anos
0,1 M_{Sol}	Trilhões de anos

Fonte: CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b.

Quanto às letras O, B, A, F, G, K e M expressas no diagrama HR, estas representam as chamadas classes ou tipos espectrais e podem ser determinadas de acordo o espectro eletromagnético das estrelas. Essa sequência classificatória corresponde a uma sequência decrescente de temperatura superficial das estrelas, onde as estrelas do tipo espectral O são mais quentes do que as do tipo B, que, por sua vez, são mais quentes do que as A, e assim por diante. Sendo as estrelas dos tipos K e M as mais frias.

As estrelas do tipo O são chamadas estrelas de primeiros tipos, enquanto os tipos mais próximos de M, no final da sequência são chamados tipos tardios. Cada tipo é subdividido, ainda, em dez grupos, de 0 a 9, sendo 0 a mais quente, dentro da classe, e 9 a mais fria. O nosso Sol, por exemplo, é classificado como sendo do tipo espectral G2

(CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (PICAZZIO, 2011) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

4.3 O Combustível das Estrelas

Mas de onde vem a energia irradiada pelas estrelas? Por que elas brilham? Para responder a essa pergunta precisamos primeiramente entender o que é uma estrela. Uma estrela pode ser definida como um corpo celeste formado por um gás superaquecido em equilíbrio por causa da ação das forças gravitacionais geradas pela própria estrela e pelas altíssimas pressões no seu interior. Nestas condições, inicia-se a fusão termonuclear.

Inicialmente esse processo de fusão no interior da estrela ocorre pela cadeia próton-próton¹⁷, onde núcleos de hidrogênio se fundem para formar um núcleo de hélio. Este núcleo formado apresenta uma massa um pouco menor que a soma das massas dos quatro núcleos de hidrogênio utilizados. Essa diferença de massa, que corresponde a 0,07% da massa do hidrogênio, será convertida em energia no interior estelar conforme a expressão $E = mc^2$ (PICAZZIO, 2011). Essa energia aquece a estrela de “dentro” para “fora”, ou seja, do seu interior, onde se encontra o núcleo, para as camadas superficiais. Desta forma, as estrelas brilham graças à imensa quantidade de energia liberada durante o processo de fusão termonuclear que ocorre em seu interior.

É importante ressaltar que caso a estrela possua massa suficiente (acima de 10 massas solares) esse processo termonuclear continua, formando elementos cada vez mais pesados até chegar à síntese do ferro.

E depois que a estrela consumir esse “combustível” o que acontecerá? Ou será que o mesmo nunca acabará? Até o século XIX se pensava que as estrelas eram eternas, hoje, porém, já sabemos que elas não são. Isto é, elas nascem, se desenvolvem e morrem (DAMINELI; STEINER, 2010).

4.4 O Ciclo Evolutivo das Estrelas

Mas como nasce uma estrela? As novas estrelas nascem de grandes nuvens de gás e poeira chamadas de nuvens moleculares. Essas grandes nuvens são chamadas também de

¹⁷ Na cadeia próton-próton, dois átomos de hidrogênio se fundem para formar um núcleo de deutério (^2H ou D), um pósitron (e^+ , elétron com carga positiva) e um neutrino (ν , partícula subatômica). O neutrino imediatamente escapa da estrela, mas o pósitron logo colide com um elétron e ambos são aniquilados, liberando energia. Em seguida, o núcleo de deutério se funde a outro núcleo de hidrogênio e forma um isótopo de hélio (^3He) com dois prótons e um nêutron, liberando ainda energia na forma de fótons. Na última etapa, dois desses isótopos se fundem para formar um átomo de hélio (^4He) (PICAZZIO, 2011).

berçários de estrelas. As grandes nuvens moleculares geram estrelas no seu interior por causa de um fenômeno conhecido como instabilidade gravitacional. Esta instabilidade é produzida devido à diferença de densidade destas nuvens.

Deste modo, nas regiões em que a densidade é maior, a atração gravitacional faz com que elas atraiam mais gás e poeira para si mesmas. Com isso, sua massa vai crescendo e cada vez mais matéria vai se concentrando no mesmo lugar. Essa concentração se transforma em um coágulo, de temperatura e pressão elevada, chamado de protoestrela. Se essa protoestrela tiver massa inferior a 0,08 massas solares, a fusão não ocorre e a protoestrela terminará sua vida como uma anã-marrom; caso a massa seja acima de 0,08 massas solares, a mesma continuará a se contrair e sua temperatura central crescerá enormemente, até atingir uma situação de equilíbrio hidrostático. Essa condição de equilíbrio torna favorável o início da fusão termonuclear, onde quatro prótons de hidrogênio se fundem para formar um núcleo de hélio, liberando uma grande quantidade de energia, como vimos na seção anterior (4.3). Desta forma, nasce uma estrela (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (PICAZZIO, 2011).

Depois de formadas, as estrelas irão se desenvolver de acordo com a sua massa, sendo que as estrelas de maior massa evoluirão mais rapidamente que as de menor massa. Ao falarmos aqui de evolução estelar estamos nos referindo ao tempo de vida de uma estrela, portanto, quanto maior for a massa de uma estrela, menor será o seu tempo de vida e vice-versa. Cabe ressaltar, ainda, que o tempo de vida de uma estrela, algo da ordem de bilhões de anos, é absurdamente maior se comparado ao tempo de vida de um ser humano.

Transcorrido o seu tempo de vida, isto quer dizer, depois que consumir seu estoque de hidrogênio no núcleo, a estrela começará a se expandir e se moverá, no diagrama HR, com destino à região das gigantes vermelhas (Ver figura 3). Chegada à fase de gigante vermelha, a estrela se aproxima do seu estágio final, sendo que este estágio dependerá profundamente de sua massa inicial.

No caso de estrelas com massas pequenas, da ordem da massa do Sol, depois de ter consumido todo o hidrogênio em seu interior, núcleos de hélio se fundirão para formarem núcleos de carbono. A estrela, então, tornar-se-á uma supergigante vermelha e começará a perder massa. Após esta fase a estrela emitirá uma grande quantidade de radiação térmica e de matéria, produzindo, assim, uma nebulosa planetária e terminará a sua vida como uma anã branca, de densidade elevada e de baixa luminosidade (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b).

No fim das estrelas massivas, de massa da ordem de 10 a 25 vezes maior que a massa do Sol, o núcleo irá esfriar-se para formar uma estrela de nêutrons com uma temperatura superficial acima de 1 milhão de kelvin, massa de cerca de 1,4 a massa do Sol, e raio de cerca de 20 km. Contudo, antes de chegar nesse estágio, ela ejetará a maior parte de sua massa em uma explosão liberando uma enorme quantidade de energia; durante essa explosão a estrela torna-se tão brilhante quanto termos todas as estrelas da Galáxia brilhando juntas. Temos então o fenômeno de uma **supernova**. É durante a explosão de uma supernova que a maioria dos elementos químicos que conhecemos, tais como carbono, oxigênio, ferro, entre outros, que se formam no âmago de estrelas, são lançados no meio interestelar.

Esse processo de formação dos elementos químicos a partir das estrelas recebe o nome de nucleossíntese estelar e pode ser quiescente, ao longo da vida da estrela; ou explosivo, durante a fase de supernova. (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (PICAZZIO, 2011).

Além das explosões das supernovas, eventos cataclísmicos como uma colisão de duas estrelas de nêutrons, têm a capacidade de formar e ejetar no espaço os mais pesados elementos da Tabela Periódica.

Por fim, se a massa da estrela massiva for da ordem de 25 a 100 vezes a massa do Sol, após a fase de supernova, teremos um buraco negro, com massa da ordem de 6 vezes a massa Sol e raio do horizonte de eventos de cerca de 18 km. O raio do horizonte de eventos é a distância ao centro do buraco negro dentro da qual nem mesmo a luz escapa. (CAPELATO, 2003).

5 PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, apresentaremos o percurso metodológico contemplado em nossa pesquisa, o que inclui a tipologia, as técnicas de coleta, organização e a análise de dados, bem como a escolha do objeto de estudo.

5.1 Tipologia da pesquisa

5.1.1 Quanto à Abordagem

Embora se utilize de elementos que caracterizam uma abordagem quantitativa, tais como o uso de instrumentos estruturados para coleta de dados (Questionários)¹⁸ e a utilização de dados numéricos, a presente pesquisa pode ser classificada como qualitativa, tendo em vista:

- A utilização de um ambiente natural (Universidade) para coleta de dados (LÜDKE; ANDRÉ, 2013) (BOGDAN; BIKLEN, 1994).
- Os dados coletados possuem características descritivas, sendo assim, a representatividade numérica não representa uma preocupação (BOGDAN; BIKLEN, 1994) (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).
- A preocupação central da pesquisa contempla aspectos da realidade que não podem ser quantificados (SILVEIRA; CÓRDOVA, 2009).
- Os pesquisadores interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados em si (BOGDAN; BIKLEN, 1994).
- Os autores tendem a analisar os dados coletados de forma indutiva, tendo em vista que a pesquisa se desenvolve em uma realidade local e os seus resultados não podem ser generalizados (BOGDAN; BIKLEN, 1994).
- A preocupação dos autores com os significados atribuídos pelos sujeitos envolvidos na pesquisa acerca de uma questão focal (LÜDKE; ANDRÉ, 2013), neste caso, o Ensino de Astronomia na Educação Básica.
- Os autores utilizam como técnica para a análise dos dados coletados, o método de Análise de Conteúdo, o que na opinião de Gerhardt et. al (2009) caracteriza, juntamente com o método de Análise de discurso, uma pesquisa estreitamente qualitativa.

¹⁸ Segundo Bogdan e Biklen (1994), na investigação qualitativa não se recorre ao uso de questionários, sendo a observação participante e a entrevista em profundidade as estratégias mais representativas neste tipo de investigação.

5.1.2 Quanto à natureza da pesquisa

A presente pesquisa é de natureza aplicada. Este tipo de pesquisa, segundo Silveira e Córdova (2009), objetiva gerar conhecimentos para fins práticos, dirigidos à solução de uma problemática específica. Em outras palavras, a pesquisa aplicada, abrange estudos elaborados voltados à aquisição de conhecimentos com objetivo de aplicá-los em um contexto específico, ou seja, no contexto social em que vivem os autores (GIL, 2010). Desta forma, movido pela necessidade de contribuir para melhoria do Ensino de Astronomia na região do Caicó - RN, os autores pretendem transformar em ação concreta os resultados de seu trabalho.

5.1.3 Quanto aos objetivos

Com base nos estudos de Gil (2009) (2010), é possível classificar, segundo os seus objetivos, as pesquisas de três maneiras distintas: Pesquisas exploratórias, pesquisas descritivas e pesquisas explicativas.

As pesquisas exploratórias têm como propósito proporcionar uma visão geral acerca de determinado tema, além de proporcionar aos pesquisadores uma familiaridade com o problema. Habitualmente este tipo de pesquisa envolve levantamento bibliográfico e documental, entrevistas não padronizadas e estudo de caso (GIL, 2009).

As pesquisas do tipo descritivas, por sua vez, objetivam a descrição das características de determinada população (idade, sexo, etnia, etc.) ou fenômeno (GIL, 2009) (GIL, 2010).

Por fim, as pesquisas explicativas têm como objetivo identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência de determinado fenômeno. Estas pesquisas tentam explicar a razão, o porquê das coisas, por isso exigem um aprofundamento maior entre o conhecimento e a realidade (GIL, 2010).

Diante do exposto, a nossa pesquisa pode ser classificada como exploratória, tendo em vista o levantamento bibliográfico e documental que fizemos na literatura especializada sobre Educação em Astronomia, a aplicação de um questionário especificamente preparado e o estudo de caso, compreendendo conclusões sobre essa sondagem e avaliação da implementação de sequências de ensino a um público selecionado.

5.1.4 Quanto aos métodos empregados

Quanto aos métodos ou procedimentos adotados, nossa pesquisa assume um caráter de pesquisa-ação. Segundo Thiollent (1985, apud GIL, 2010) a pesquisa-ação,

[...] pode ser definida como um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou ainda, com a resolução de um problema coletivo, onde todos os pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo. (THIOLLENT, 1985, *apud* GIL, 2010, p. 42).

Esse tipo de pesquisa no âmbito da Educação tem como objetivo investigar professores, seu desenvolvimento profissional, bem como o papel da pesquisa na transformação da escola. Paralelo a este objetivo, encontra-se os objetivos de ação, que visam desenvolver e aprimorar técnicas de reflexão do trabalho docente, diagnosticar suas dificuldades, debater e explicitar o papel da escola e cada componente curricular no desenvolvimento do cidadão, além de buscar alternativas para enfrentar dilemas e dificuldades da comunidade escolar (FONSECA, 2002).

É importante ressaltar que após meados da década de 70, a pesquisa-ação assumiu variadas correntes¹⁹, das quais destacamos aquela em que nossa pesquisa se encaixa, que é a corrente Luso-espanhola. Nesta corrente, a pesquisa concentra suas ações no âmbito da formação de professores (ANDRÉ, 1995).

5. 2 As técnicas de coleta dos dados

Este trabalho utiliza-se, basicamente, de três tipos de técnicas para coletar os dados necessários para o delineamento da pesquisa: Pesquisa documental, Pesquisa bibliográfica e Pesquisa de Campo.

De acordo com Fonseca (2002), a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica trilham basicamente os mesmos caminhos, a diferença encontra-se nas fontes utilizadas por uma e por outra. Enquanto a pesquisa bibliográfica utiliza-se de fontes impressa e digital, como livros, artigos científicos publicados em periódicos, páginas de web site; a pesquisa

¹⁹ Para saber um pouco mais sobre estas correntes consulte: ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. São Paulo: Papirus, 1995.

documental recorre a fontes que não receberam tratamento analítico, como documentos oficiais, jornais, revistas, entre outros (FONSECA, 2002).

A Pesquisa de Campo, por sua vez, caracteriza-se pelas investigações em que, além da pesquisa bibliográfica e/ou documental, se realiza coleta de dados junto a pessoas, a partir de diferentes recursos (FONSECA, 2002). Em nosso trabalho optamos pelo uso de questionários. Este recurso, segundo Fonseca (2002), trata-se de um instrumento de coleta de dados constituído por uma série ordenada de perguntas que devem ser respondidas pelo informante, sem qualquer tipo de ajuda. Ao utilizar este método buscamos investigar a concepção prévia dos estudantes acerca do Ensino de Astronomia, como veremos mais adiante.

5. 3 Caracterização do objeto de estudo

Vimos, no capítulo 3 desta dissertação, que vários são os conteúdos relacionados à Astronomia presentes na BNCC e nos PCN, que muitos deles exigem uma formação mais sólida, algo que, na maioria das vezes, não ocorre na formação inicial (LANGHI; NARDI, 2012). Por que não ocorre? Langhi e Nardi (2012) apresentam vários fatores que justificam essa carência, dos quais, destacamos a insuficiência e falha em conteúdos de Astronomia durante a graduação.

Este fato, muitas vezes, reforça as concepções alternativas dos futuros professores, muitas delas enraizadas na sua própria infância; ou ainda gera novas concepções que os acompanharão e serão transmitidas para os seus futuros alunos durante a Educação Básica (LANGHI; NARDI, 2012).

Diante do exposto, procuramos fazer uma pesquisa de campo com os alunos do curso de licenciatura em Física, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), campus Caicó, com o objetivo de investigar suas concepções alternativas acerca do Ensino de Astronomia, mais especificamente sobre as Estrelas, tendo em vista que se torna impossível abranger todos os conteúdos de Astronomia numa pesquisa como esta.

Antes de discutirmos os resultados da pesquisa de campo, realizamos uma pesquisa documental e bibliográfica com pressuposto de analisar o que diz os documentos oficiais (BRASIL, 2000) (BRASIL, 2002) (BRASIL, 2017) e a literatura da área acerca do tema.

5.4 Da pesquisa documental e bibliográfica

Como vimos na secção anterior (5.3), a pesquisa documental e bibliográfica que trata esta secção visa responder o seguinte questionamento: Seria possível ensinar sobre Estrelas na Educação Básica? Os documentos oficiais nos mostram que sim.

Os PCN referentes ao Ensino Médio (BRASIL, 2000), por exemplo, deixam subentendidas em suas entrelinhas este convite a irmos além do nosso sistema Sol-Terra-Lua, quando ressalta que o aprendizado da Física deve proporcionar ao aluno uma visão de mundo como um todo, e uma compreensão dinâmica do universo, mais ampla do que nosso entorno material imediato, capaz portanto de transcender nossos limites temporais e espaciais.

Os PCN+ (BRASIL, 2002), por sua vez, reforçam este convite:

Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra (BRASIL, 2002, p. 78).

Os PCN (BRASIL, 2000) ainda destacam que a Física há de servir aos estudantes para compreenderem a geração de energia nas estrelas e o seu movimento no céu.

E o que dizem as prescrições contidas nos textos da BNCC? Estes textos, desde a sua 1ª versão, também nos mostram a importância de se trabalhar este conteúdo do decorrer da educação Básica.

Identificar as diversas etapas possíveis da evolução estelar e relacionar com o espectro eletromagnético visível da superfície da Terra. Exemplo: Formação de uma estrela e as diferentes possibilidades de evolução em função de sua massa: estrelas da sequência principal, gigante azul, gigante vermelha, anã branca, estrela de nêutrons, supernova, quasares, buraco negro; estrelas de diferentes cores presentes no céu e relação com etapas da evolução estelar (BRASIL, 2015a, p. 219).

Da gravitação universal que coordena a dança dos corpos celestes, até as hipóteses sobre os primeiros momentos do surgimento das forças e da nucleossíntese primitiva, estuda-se a visão contemporânea do Universo e nele galáxias e estrelas, comparando-se com a herança de cosmologias de outras épocas. O estudo do funcionamento e da evolução de estrelas dá lugar

à compreensão da formação de nosso Sistema Solar e à investigação de condições para que surja a vida em outras partes do Universo (BRASIL, 2016, p.609).

Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta (BRASIL, 2017, p. 303).

Além dos documentos oficiais, pesquisas recentes, tais como Fróes (2014), Horvath (2013) e Mello (2014), também nos mostram que é possível trabalhar, discutir em sala de aula conteúdos astronômicos, por exemplo, as Estrelas, da mesma forma que se faz com o Sistema Solar. Fróes (2014), por exemplo, apresenta, no âmbito do Ensino Médio, uma abordagem sistemática de temas relacionados à Astronomia, Astrofísica e Cosmologia que são considerados muito interessantes por alunos em idade escolar, tais como: Orientação noturna pelas estrelas; Buracos negros; e Supernovas.

Horvath (2013), por sua vez, traz uma proposta para o ensino da Astronomia e Astrofísica estelar no Ensino Médio, a partir de uma abordagem empírica que dispensa o uso de conceitos mais avançados como fusão nuclear e que permite ao aluno ir além da Astronomia do sistema Sol-Terra-Lua. Para isso, o autor propõe, para início de conversa, uma atividade de observação noturna do céu de modo que os alunos possam identificar as estrelas a partir da diferença de brilho entre as que são visíveis a olho nu.

A partir deste ponto de partida, o autor sugere ao professor a discussão das distâncias astronômicas (ano-luz e Parsec), para, em seguida, abordar o conceito de constelação, evidenciando as diferentes distâncias que as estrelas estão uma da outra, a questão da perspectiva de observação, bem como o conceito de luminosidade, entre outros aspectos como a idade do Sol e das estrelas.

Mello (2014) apresenta alguns aspectos enriquecedores para a compreensão e fixação de importantes conceitos da Física, como o efeito Doppler-Fizeau, a partir do estudo de uma classe especial de estrelas, as estrelas binárias espectroscópicas.

Apesar de todos estes aspectos que apontam a importância de se trabalhar os diversos conteúdos astronômicos, como as Estrelas, é possível observar diversas dificuldades que os professores apresentam para abordar este conteúdo. Dentre as quais destacamos a presença de erros conceituais em livros didáticos, que, por muitas vezes, é a única fonte de consulta utilizada pelo professor. E também a má formação dos professores relacionada aos conteúdos astronômicos, o que reforça as concepções errôneas tanto dos professores quanto dos alunos

acerca do tema, sem contar a falta de recursos didáticos para se trabalhar em sala de aula (LANGHI; NARDI, 2012).

Diante destes fatos assumimos a missão de elaborar uma proposta de trabalho que vise fornecer aos professores um subsídio teórico e metodológico que lhes permitam trabalhar estes conteúdos de forma sistemática na Educação Básica.

5.5 Da pesquisa de campo

A pesquisa de campo, a qual esta seção se refere, foi realizada no dia 2 de maio de 2017 com um grupo de 51 alunos, devidamente matriculados no curso de Licenciatura em Física do IFRN, Campus Caicó, dos quais, 31 estavam cursando o 1º período, 8 no 3º período, 7 no 5º período e 5 no 7º período.

Como citado no subitem anterior, o objetivo desta pesquisa era verificar as concepções alternativas dos alunos da graduação acerca do Ensino de Astronomia, principalmente, no que diz respeito às Estrelas. Para isso, elaboramos um questionário (Apêndice A) composto de 10 questões, abertas e fechadas (GIL, 2009).

Para organização e análise dos dados coletados durante a pesquisa, utilizamos o método de Análise de Conteúdo, que segundo Berelson (1954, *apud* BARDIN, 2009) consiste numa “técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo [...]” (BERELSON, 1954, *apud* BARDIN, 2009, p. 20).

Tal método encontra-se ainda subdividido em três etapas (BARDIN, 2009):

<i>I</i>	<i>Pré-Análise;</i>
<i>II</i>	<i>Exploração do material;</i>
<i>III</i>	<i>O Tratamento dos Resultados e a Interpretação.</i>

A Pré-Análise “tem por objetivo tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso de desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise (BARDIN, 2009, p. 121)”. A Pré-Análise refere-se, portanto, a organização do que vai ser analisado a partir da exploração do material utilizado para coletar os dados, no nosso caso, os questionários. Esta etapa também é chamada de “leitura flutuante” (GERHARDT et. al, 2009).

A segunda etapa, Exploração do material, consiste essencialmente da sistematização dos dados coletados. Tal sistematização deu-se pelo processo de codificação. “A codificação é o processo pelo qual os dados em brutos são transformados sistematicamente e agregados em unidades, as quais permitem uma descrição exata das características pertinentes do conteúdo”

(HOLSTI, 1969, *apud* BARDIN, 2009). No nosso caso, tal codificação se deu por meio da sistematização das respostas dos alunos em quadros como veremos adiante.

Com base neste método, o tratamento dos resultados obtidos e, conseqüentemente, sua interpretação, se deu por meio da elaboração de categorias que foram construídas com base na estruturação das questões aplicadas aos alunos. Ficamos, portanto, com três categorias:

- **Categoria 1. Conhecimento prévio sobre Astronomia (Questão 1);**
- **Categoria 2. A aprendizagem formal da Astronomia (Questões 2 e 3);**
- **Categoria 3. Conhecimento prévio sobre estrelas (Questões 4 a 9).**

Quanto à questão 10, não a inserimos em nenhuma categoria tendo vista que o objetivo da mesma era investigar o interesse dos alunos pelo curso de extensão que pretenderíamos aplicar depois da realização desta pesquisa de campo.

Categoria 1. Conhecimento prévio sobre Astronomia (Questão 1)

Questão 1 – O que é Astronomia?

Na questão 1 pedimos aos alunos que respondessem, a partir dos seus conhecimentos prévios, o que é Astronomia. Ao analisar as respostas, percebemos que apenas dois alunos não apresentaram resposta (NR), afirmando não saber explicar, em virtude da falta de conhecimento prévio sobre o tema. Os demais apresentaram um conhecimento entre parcialmente condizente (PC) e condizente (CC) com o conhecimento científico. É importante ressaltar que o conhecimento prévio condizente com o conceito abordado na literatura da área diz que a Astronomia é o “Ramo da ciência que estuda os astros” (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a, p. 20), ou que é a “Ciência que estuda os corpos celestes” (NOGUEIRA; CANALLE, 2009, p. 25).

Quadro 6: Respostas dos alunos para questão 1

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	“Não sei”	2	2
PC	“Estudo das estrelas do universo”	4	22
	“Área da Física que estuda as estrelas, os planetas e as galáxias”	2	
	“Estudo dos planetas e suas descobertas”	1	
	“Área da Física que estuda fenômenos físicos relacionados ao comportamento dos planetas, estrelas e as influências causadas por seus	2	

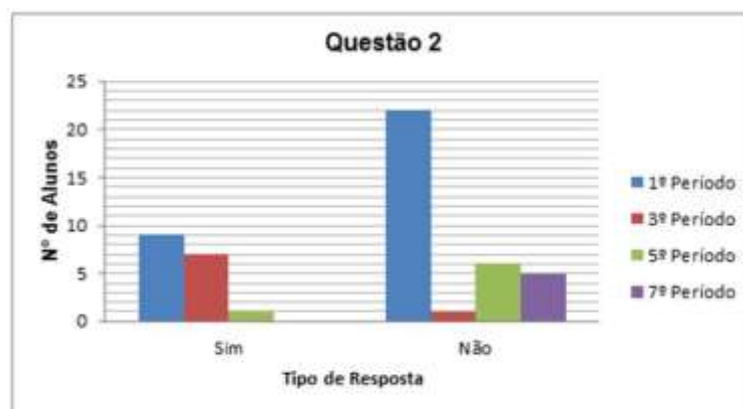
	movimentos”		
	“Área da Ciência que estudo os fenômenos de natureza astronômica, como as fases da lua”	1	
	“Ciência que estuda o cosmo (Universo) num todo”	9	
	“Ciência que estuda os fenômenos existentes no espaço”	2	
	“Ciência que estuda o sistema solar, estrelas, planetas e tudo aquilo existente na atmosfera”	1	
CC	“Ramo da ciência que estuda os astros”	22	27
	“Ciência que estuda os corpos celestes”	5	

Categoria 2. A aprendizagem formal da Astronomia (Questão 2 e 3)

Questão 2 – Teve oportunidade de estudar Astronomia na Educação Básica?

Na Questão 2 buscamos investigar se os alunos de alguma forma tinham tido a oportunidade de estudar Astronomia no decorrer da sua Educação Básica. Ao analisarmos as respostas constatamos que 17 alunos tinha estudado Astronomia seja nas disciplinas de Ciência, Geografia e/ou Física, e que mais da metade, 34 alunos, nunca tinha estudado algo relacionado à Astronomia. O gráfico a seguir apresenta este quantitativo de acordo com o Período do curso em que os alunos se encontravam.

Gráfico 2: Respostas dos alunos por período para questão 2



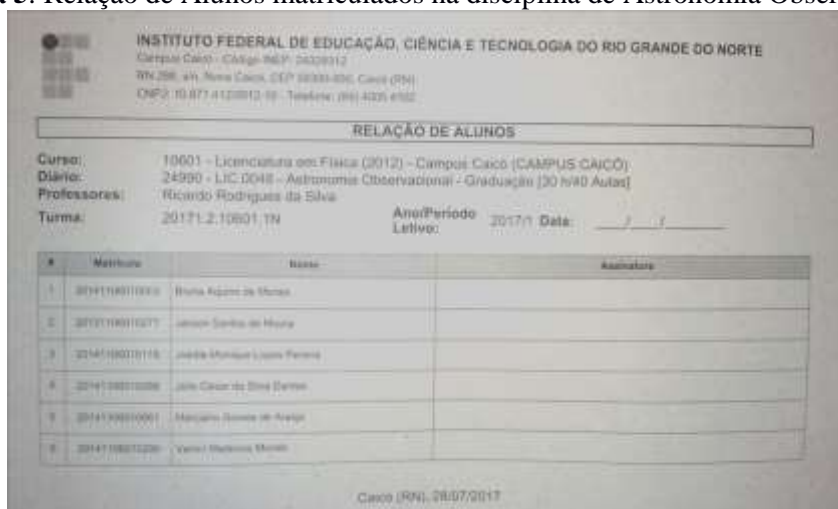
De acordo com o gráfico, podemos perceber que uma grande parcela dos alunos, que deixam o Ensino Médio e entram na graduação, jamais estudaram conteúdos relacionados à Astronomia durante a sua vida escolar. Diante deste fato, resta-nos uma pergunta: Será que esta carência está sendo suprida durante a graduação?

Em busca de respostas para esta pergunta, decidimos analisar a Matriz curricular do Curso de Licenciatura em Física – IFRN, Campus Caicó²⁰ e ao analisá-la observamos que a disciplina de Astronomia, intitulada Astronomia Observacional, encontrava-se no rol das disciplinas optativas (IFRN, 2012), o que chamou a nossa atenção. Decidimos então verificar se a mesma estava sendo ofertada no período letivo em questão (2017.1), constatamos que sim.

No entanto, do quantitativo de alunos matriculados no curso de licenciatura (86 alunos), apenas 6 alunos estavam matriculados na disciplina, o que representa, aproximadamente, 6,98% do total de alunos devidamente matriculados.

Apesar desse número relativamente pequeno, observamos, de acordo com a relação de alunos matriculados na disciplina (Figura 5), que todos estavam no 7º período, isso quer dizer que, pelo menos, os alunos concluintes estão cursando a disciplina de Astronomia Observacional.

Figura 5: Relação de Alunos matriculados na disciplina de Astronomia Observacional



#	Matrícula	Nome	Assinatura
1	2014110010000	Bruna Aguiar da Silva	
2	2014110010001	Vanessa Santos de Moura	
3	2014110010002	Juliana Monteiro Lopes Pereira	
4	2014110010003	João Carlos da Silva Santos	
5	2014110010004	Marcos Roberto de Araújo	
6	2014110010005	Vanessa Matheus Mendes	

Caicó (RN), 28/07/2017

Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/qacademico> Acessado: em 07 de Julho de 2017.

Mas, e o restante dos alunos terão esta oportunidade? Ao conversar com o professor responsável pela disciplina, o mesmo nos informou que a disciplina está sendo ofertada com regularidade, no entanto, isto não garante que os demais alunos a cursarão, tendo em vista, que a mesma não pertence ao rol das disciplinas obrigatórias.

²⁰ Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/caico/ensino/cursos-teste/cursos-de-graduacao/licenciatura-em-fisica>. Acessado em 07 de Julho de 2017.

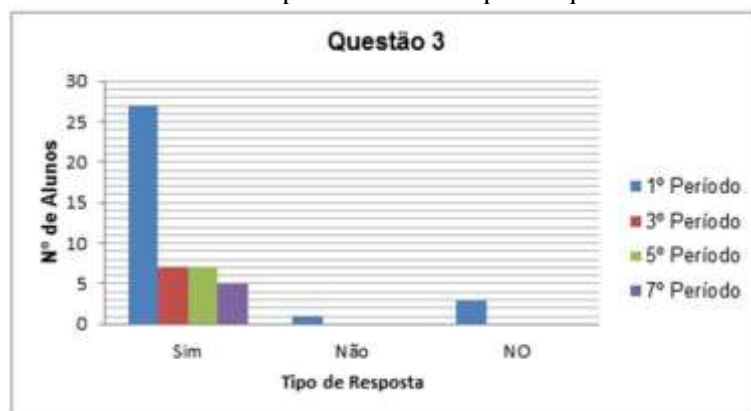
Questão 3 – Como futuro professor ou professora, você vê a necessidade de se trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica? Justifique.

Na questão 3, buscamos verificar se os alunos da graduação viam a necessidade de se trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica. Após a análise dos questionários, agrupamos as respostas de três maneiras distintas:

- Os que veem a necessidade de se trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica, por esse motivo, responderam Sim (SIM);
- Os que não veem a necessidade de se trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica, por isso, responderam Não (NÃO);
- Os que não opinaram (NO), alegando desconhecer o tema ou por nunca terem estudo.

O gráfico a seguir mostra o quantitativo de alunos e o tipo de resposta dada.

Gráfico 3: Resposta dos alunos para a questão 3



Considerando estas respostas notamos que a maioria dos estudantes (46 estudantes) vê a necessidade de se trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica, principalmente, por ser um conteúdo fascinante e altamente motivador, como mostra a figura 6. Observamos ainda que 3 alunos não souberam opinar (NO), por desconhecer ou nunca terem estudado algo de Astronomia; e apenas um aluno não considera importante, apesar disso, o mesmo se mostrou aberto a trabalhar alguma noção de Astronomia na Educação Básica (Figura 7).

Figura 6: Resposta positiva para Questão 3: “Sim. Além de ser um assunto muito bom de se trabalhar por fascinar pessoas curiosas, a Astronomia é importante para o entendimento de vários fenômenos que possam ou não ser observado a olho nu. Além disso, também pode fazer o aluno se descobrir na área”.

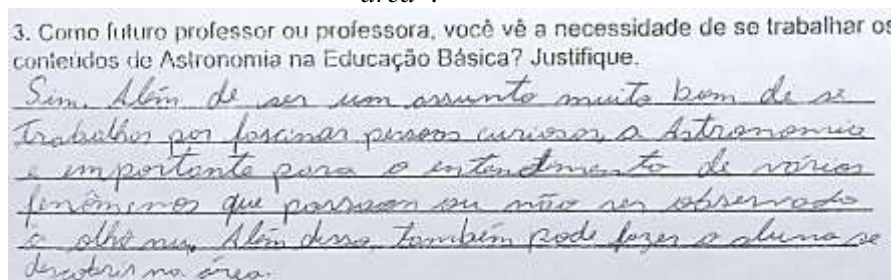
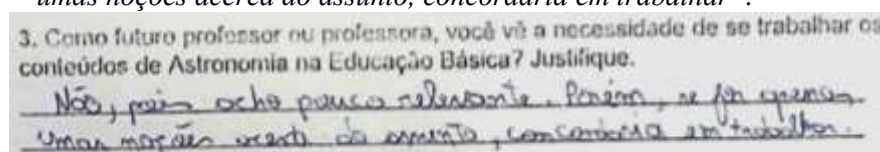


Figura 7: Resposta negativa para Questão 3: “Não, pois acho pouco relevante. Porém, se for apenas umas noções acerca do assunto, concordaria em trabalhar”.



Categoria 3. Conhecimento prévio sobre estrelas (Questões 4 a 9).

Questão 4 – Você saberia conceituar o que são as estrelas do universo e de que são formadas? Em caso afirmativo, escreva aqui a sua versão desse conceito.

Nesta questão procuramos investigar as concepções dos estudantes acerca da natureza das Estrelas, isto é, o que são e de que são formadas. Para uma melhor compreensão separamos as perguntas: (i) O que são as estrelas? (ii) De que são formadas? A seguir apresentamos as concepções dos alunos sobre o que são Estrelas de acordo com as categorias:

- O estudante não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão, em virtude, da falta de conhecimento prévio sobre o tema (Não Respondeu - NR);
- O conhecimento prévio apresentado não é condizente com o conceito científico da área (Não Condiz - NC).
- O conhecimento prévio apresentado é parcialmente condizente com o conhecimento científico, isto é, em sua resposta o aluno apresentou elementos que se aproximam do conceito científico (Parcialmente Condizente - PC);
- O estudante apresentou um conhecimento prévio condizente (Conhecimento Condizente - CC) com o conceito abordado na literatura da área.

Como vimos no capítulo anterior, o conhecimento prévio condizente com a literatura astronômica considera as estrelas como corpos celestes formados por um gás superaquecido

(gás ionizado) denominado plasma, que sob altíssimas pressões e temperaturas emitem radiação eletromagnética para o espaço interestelar, fruto da fusão termonuclear que ocorre em seu interior. Nesse processo o hidrogênio funde-se em hélio e, posteriormente, em elementos mais pesados (CAPELATO, 2003) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

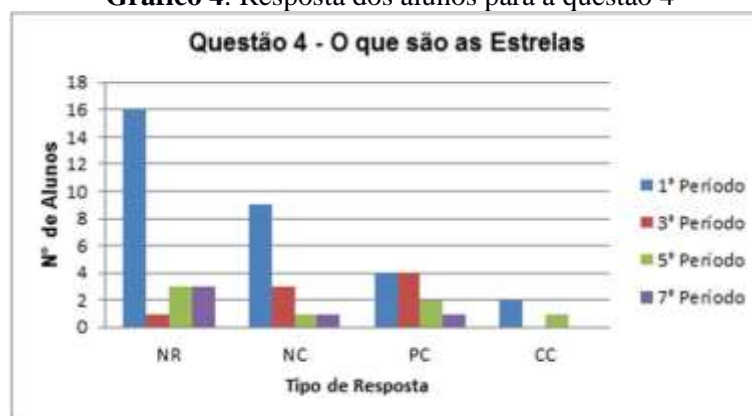
Quadro 7: Respostas dos alunos para questão 4: O que são as estrelas?

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	23	23
NC	“Meteoros”	1	14
	“Meteoritos”	1	
	“As estrelas são pontos luminosos que piscam”	3	
	“São partículas que se chocam”	1	
	“São buracos, onde ocorrem algumas explosões”	1	
	“Partículas de água”	1	
	“Constelações”	1	
	“São rochas enormes em movimento”	1	
	“Bola de fogo”	1	
	“São astros luminosos que estão acima da camada de ozônio ou ocupam um espaço”	2	
	“Uma estrela seria uma esfera de materiais químicos em processo de combustão que emite luz e calor”	1	
PC	“São gases que da mesma forma que o sol, liberam energia e luminosidade”	1	11
	“Estrela é algo que possui luz própria a partir de gases (espécie de fusão)”	1	
	“As Estrelas são nuvens de poeiras do universo com diferentes gases”	3	
	“Corpos celestes, radiantes de luz, graças as reações nucleares que ocorre em seu interior”	1	
	“As estrelas são astros oriundos da combustão do hidrogênio”	1	
	“São bolas de gás queimando no espaço”	1	
	“São formadas em nebulosas, onde o gás hidrogênio se comprime até que a estrela possa manter por si só a fusão nuclear”	1	
	“Estrelas são concentrações de energia e matéria em um determinado espaço”	1	
	“são gases que acabam se tornando luminosos no universo”	1	
CC	“A estrela seria uma grande esfera luminosa constituída de plasma”	1	3

	“Corpos que emitem luz em larga escala, através da fusão nuclear”	1	
	“São grandes corpos formados de gases, que devido a sua grande força gravitacional causa a fusão nuclear dos átomos de hidrogênio, emitindo assim uma grande quantidade de energia”	1	

O gráfico a seguir apresenta este quantitativo (Número de aluno versus tipo de resposta) de acordo com o Período do curso em que os alunos se encontravam em maio/2017:

Gráfico 4: Resposta dos alunos para a questão 4



De acordo com o gráfico, observamos que nenhum dos 5 alunos que estão no 7º período apresentaram um conhecimento prévio condizente com o conceito científico. Além disso, é possível observar que a maioria desses alunos (4 alunos), que estão prestes a sair da graduação, não apresentaram resposta (NR), afirmando não saber explicar por falta de conhecimento prévio sobre o tema ou sua resposta não condiz com o conceito científico (NC).

Estas respostas despertaram em nós uma preocupação, tendo em vista, que estes alunos são os que estavam cursando a disciplina de **Astronomia observacional** e que por isso deveriam apresentar um conhecimento prévio mais próximo do conhecimento científico.

Diante deste fato, buscamos respostas que justificasse o porquê desses alunos alegarem não saber explicar. Ao analisarmos a ementa da disciplina de Astronomia Observacional (Figura 8) verificamos que dos cinco tópicos apresentados, dois provavelmente contemplaria algo sobre Estrelas: (i) Características físicas dos corpos celestes e (ii) Orientação noturna pelas estrelas. Destes tópicos, vemos que apenas o primeiro, poderia auxiliar a responder esta pergunta, no entanto, não foi isto que aconteceu, por ter sido a pesquisa realizada antes da sua eventual discussão na disciplina.

Figura 8: Ementa do Curso de Licenciatura em Física, IFRN – Campus Caicó.

ASTRONOMIA OBSERVACIONAL				
Ementa	O sistema solar; curiosidades da Astronomia, Instrumentos óticos de observação, orientação noturna pelas estrelas, distâncias no cosmos			
Pré-Requisitos	Mecânica Clássica I			
Créditos	Teóricos	Experimentais	Carga Horária	30
	1	1		
Objetivos	Estudar os fenômenos relacionados aos corpos celestes visíveis a olho nu ou com equipamentos num trabalho interdisciplinar e contextualizado com a Geografia, a Filosofia, a Matemática e a Física, situando e dimensionando a interação do ser humano como parte do universo.			
Conteúdos	<ul style="list-style-type: none"> • O sistema solar: origem, características físicas dos corpos celestes, comparação entre os tamanhos dos astros. Distâncias no sistema solar. Erros conceituais presentes nos livros didáticos. • Curiosidades da Astronomia: A astronomia e a bandeira nacional, os nomes dos dias da semana, o dia primeiro de abril. • Instrumentos óticos de observação: a invenção do telescópio e as primeiras observações astronômicas com instrumentos, aprendizagem do princípio de funcionamento e a observação astronômica com os principais instrumentos óticos, tais como o telescópio refrator, o telescópio refletor newtoniano, os telescópios de Schmidt-Cassegrain e os binóculos. • Orientação noturna pelas estrelas: observação a olho nu, identificação dos planetas, identificação das principais constelações. Distâncias no cosmos: paralaxe, ano-luz, parsec, comparação de distâncias no universo.			
Procedimentos Metodológicos	Aulas expositivas, apresentação de Vídeos, observações astronômicas a olho nu e com instrumentos, debates em sala de aula, Aulas de campo.			
Recursos Didáticos	Lousa, pincel marcador, computador, vídeos, projetor, apontador laser astronômico, telescópios, lunetas e binóculo.			
Avaliação	Participação nas atividades de observação, Relatório das atividades desenvolvidas, Avaliação individual dos conhecimentos.			
Bibliografia Básica	<ol style="list-style-type: none"> 1. FERREIRA, M.; ALMEIDA, M. de. <i>Introdução à Astronomia e as Observações Astronômicas</i>. 6.ed. Lisboa: Plátano Edições técnicas, 2001. 2. ARAÚJO SOBRINHO, A. <i>As Jornadas Astronômicas: Difusão e socialização dos conhecimentos do céu</i>. Natal: IFRN Editora, 2010. 3. DAMINELLI, A; STEINER, J. <i>O Fascínio do Universo</i>(Orgs). São Paulo: Odyssseus Editora Ltda, 2010. 			
Bibliografia Complementar	<ol style="list-style-type: none"> 1. MOURÃO, R.R. de F. <i>O livro de Ouro do Universo</i>. 6.ed. Rio de Janeiro: Ediouro. 2. CANIATO, R. (RE) <i>Descobrimos a Astronomia</i>. Campinas, SP: Átomo. 2010. 3. CANIATO, R. <i>O que é astronomia</i>. 8. ed. São Paulo: Brasiliense, 1998. 			

Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/caico/ensino/cursos-teste/cursos-de-graduacao/licenciatura-em-fisica>. Acessado em 07 de Julho de 2017.

Ao analisarmos a outra pergunta presente na Questão 4 (De que são formadas as estrelas?) observamos que diversas concepções surgiram, como mostra o Quadro 8. Lembramos que o conhecimento mais condizente ao científico diz que as estrelas são formadas por gases ionizados (Plasma) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (IACHEL, 2011) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Quadro 8: Resposta dos alunos para a questão 4: De que são formadas as estrelas?

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	25	25
NC	“Meteoros”	2	6
	“Meteoritos”	1	
	“Água”	1	
	“Minerais”	1	
	“Rochas”	1	
PC	“As estrelas são formadas a partir de restos de corpos destruídos no universo”	2	19
	“Materiais/elementos Químicos como hélio e hidrogênio”	2	
	“Formadas por gases que estão sobre ação da força	2	

	gravitacional”		
	“Poeira cósmica”	1	
	“As estrelas são formadas pela poeira do universo com diferentes gases como hidrogênio e hélio”	3	
	“São formadas de gases”	8	
	“As estrelas são formadas de hidrogênio ”	1	
CC	“As estrelas são constituídas de plasma”	1	1

Apesar de uma boa parcela dos alunos, que responderam aos questionários, apresentarem um conhecimento próximo ao conhecimento científico (19 alunos) e apenas um apresentar um conhecimento condizente ao científico, podemos observar que grande parte dos alunos (25 alunos) não respondeu, afirmando não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão, em virtude da falta de conhecimento prévio sobre o tema. Outros seis (6) estudantes não apresentaram um conhecimento condizente com o científico. Como podemos observar no quadro alguns deles acreditam que as estrelas são formadas por meteoros ou meteoritos. Segundo Iachel (2011) esta concepção pode ser fruto de uma confusão entre os conceitos de estrela e estrela cadente (meteoro²¹).

O gráfico a seguir apresenta a distribuição desta resposta de acordo com o tipo e o período em que o estudante se encontrava no momento em que a pesquisa foi realizada.

Gráfico 5: Resposta dos alunos para a questão 4: De que são formadas as Estrelas.



²¹ Um meteoro é um fenômeno que ocorre quando um vestígio da formação do sistema solar (fragmento rochoso ou metálico) entra na atmosfera terrestre a altas velocidades, gerando calor devido à *compressão adiabática* do ar na frente do mesmo, deixando assim um rastro luminoso facilmente visível a olho nu, que chamamos popularmente de estrela cadente. É importante ressaltar que, antes da colisão com a atmosfera, esse vestígio é chamado de meteoróide, e após passar pela atmosfera e tocar o solo, passa a ser denominado meteorito. Além disso, um meteoro é um fenômeno ínfimo se comparado à grandeza de qualquer estrela (WEINER, 2008).

Do gráfico podemos observar que apenas um aluno, do 1º período, apresenta um conhecimento condizente ao conhecimento científico, ou seja, considera as estrelas formadas de plasma. Mas o que chama mais atenção no gráfico são as respostas apresentadas pelos alunos do 7º período, onde que quatro alunos não apresentaram resposta, afirmando não saber explicar, em virtude, da falta de conhecimento prévio sobre o tema, ou ainda sua resposta não buscou responder a questão.

Questão 5 – O que você explicaria sobre a forma das estrelas?

Na Questão 5 buscamos investigar o conhecimento prévio dos estudantes relativo ao formato das estrelas. Ao analisarmos as respostas observamos que 11 alunos não apresentaram resposta, afirmando não saber explicar, ou em sua resposta o aluno não buscou responder a questão. Outros alunos (11 alunos), no entanto, acreditam que as estrelas possuem pontas. Esta concepção surge, muitas vezes, dos livros didáticos e é reforçada pelo professor (LANGHI, 2007). Apesar dessa concepção não ser condizente com o conceito científico, esta pode ser o ponto de partida para se estudar os fenômenos de reflexão e refração da luz (IACHEL, 2011).

Alguns alunos (4 alunos) apresentaram, ainda, um conhecimento meramente visual, ou seja, sua concepção nasce a partir da observação direta do céu, por isso, consideram as estrelas com um formato pontual (IACHEL, 2011). Os demais alunos acreditavam que as estrelas possuem forma invariável ou indefinida, ou associam ao formato de uma cruz, provavelmente, por causa do Cruzeiro do Sul.

Mas qual o formato das estrelas? O formato das estrelas mais coerente com os modelos científicos é aquele no qual as estrelas são esféricas (IACHEL, 2011). Ao analisarmos as respostas contidas nos questionários verificamos que 19 alunos apresentaram esta concepção.

O quadro a seguir mostra essa distribuição de acordo com o tipo de resposta:

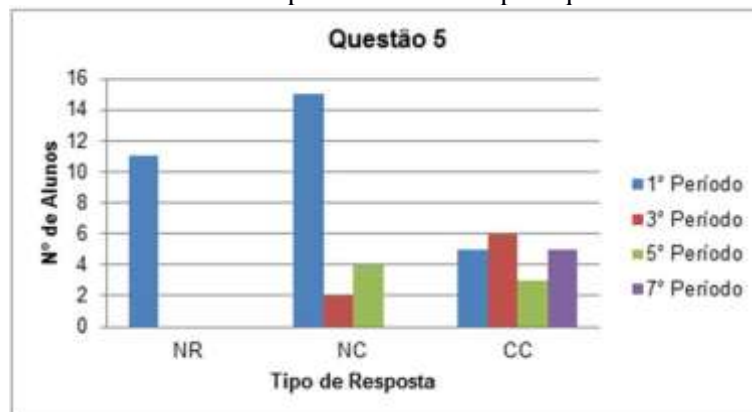
Quadro 9: Respostas dos alunos pra a questão 5

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	11	11
NC	As estrelas possuem pontas, ou seja, apresentam o formato: ☆	11	21
	Formato pontual	4	

CC	Forma invariável ou indefinida	5	19
	Formato de uma cruz	1	
	“Formato esférico/redondo”	19	

Estas respostas encontram-se distribuídas de acordo com o gráfico:

Gráfico 6: Respostas dos alunos para questão 5

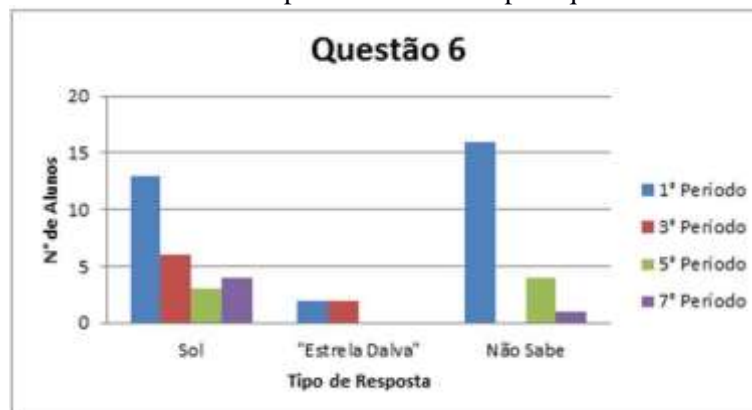


O gráfico nos mostra que a maioria dos alunos, principalmente do 1º período, não apresenta um conhecimento compatível com o conhecimento científico, isto quer dizer que grande parte dos estudantes em questão deixaram a Educação Básica com um déficit em conteúdos de Astronomia que são pertinentes à sua formação, como é o caso das Estrelas. Nota-se ainda que todos alunos dos 7º período apresentam um conhecimento condizente com o conhecimento científico.

Questão 6 – Você saberia dizer qual a estrela mais próxima da Terra?

Nesta questão procuramos verificar se os alunos conseguiam identificar o Sol como a estrela mais próxima da Terra. Ao analisarmos as respostas dos alunos, verificamos que um pouco mais da metade (26 estudantes) considera o Sol como a estrela mais próxima da Terra.

Gráfico 7: Respostas dos Alunos para questão 6



Do quantitativo restante, 21 estudantes não apresentaram uma resposta ou afirmaram não saber, os demais (4 estudantes – 2 do 1º período e 2 do 3º período) afirmam que a estrela mais próxima, é a “estrela d’alva”. Na verdade a “estrela d’alva”, não é uma estrela e sim um planeta, o planeta Vênus. Além dessa denominação, outros nomes são popularmente atribuídos a Vênus, como estrela vespertina, Vésper ou estrela do pastor.

Mas por que este planeta é confundido com uma estrela? Esta concepção nasce da observação direta da natureza, isto é, sem auxílio de instrumentos ópticos, como telescópio. Assim quando observamos a olho nu temos a percepção que este, assim como os demais planetas (Mercúrio, Marte, Júpiter e Saturno), se assemelha às demais estrelas do firmamento (IACHEL, 2011).

Questão 7 – Em uma noite estrelada e sem ajuda de instrumentos ópticos (Luneta, Telescópio etc.) você saberia identificar/distinguir entre uma estrela e um planeta? Em caso afirmativo, explique como.

Como vimos na questão anterior alguns alunos não conseguem distinguir uma estrela de um planeta, como é o caso de Vênus. Como prevíamos este tipo de resposta, buscamos, nesta pergunta, identificar se os alunos conseguiam fazer uma distinção entre uma estrela e um planeta a olho nu e quais os procedimentos utilizados para tal distinção. Para uma melhor organização dos resultados agrupamos as respostas de acordo com a tipologia apresentada:

- O estudante não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão, em virtude, da falta de conhecimento prévio sobre o tema (Não Respondeu - NR);
- O estudante respondeu Sim, no entanto, a sua justificativa não condiz com o conceito científico da área (Sim, mas a justificativa não Condiz - SNC).
- O estudante respondeu Sim, no entanto, a sua justificativa é parcialmente condizente com o conhecimento científico, ou seja, em sua justificativa o aluno apresentou elementos que se aproximam do conceito científico (Sim, mas a justificativa é parcialmente condizente - SPC);
- O estudante respondeu Sim e sua justificativa está de acordo com a literatura da área (Sim e sua justificativa está condizente - SJC): A diferença entre as estrelas e os planetas quando observados a olho nu se dá por dois motivos: pela oscilação de brilho, as estrelas "piscam" e os planetas têm um brilho fixo; segundo, em um curto período de tempo, as estrelas não variam de posição em relação à esfera celeste, já os planetas

mudam de posições em relação à esfera celeste, o que é visto na forma de um movimento entre as estrelas (REMBOLD, 2011) (LANGHI, 2012).

Cabe ressaltar que as estrelas também apresentam um movimento no céu, no entanto, como elas estão tão distantes umas das outras, o seu movimento torna-se imperceptível em um curto período de tempo.

O Quadro 10 revela que grande parte dos estudantes, 38 no total, não apresentaram respostas ou ainda responderam sim, no entanto, a sua justificativa não condiz com o conceito científico da área. Além disso, verificamos que nenhum aluno possui um conhecimento prévio totalmente condizente com o conhecimento científico; apesar desta constatação, algumas concepções importantes apareceram:

I. “As estrelas apresentam um brilho variado (piscam) e os planetas um brilho fixo”. Segundo Langhi e Nardi (2012) esta concepção é bastante comum entre estudantes e professores;

II. “Em várias noites de observação, as “estrelas” que estiverem em posições diferentes das noites anteriores será um planeta”. Ao fazer esta afirmação o aluno considera o movimento dos planetas em relação à esfera celeste.

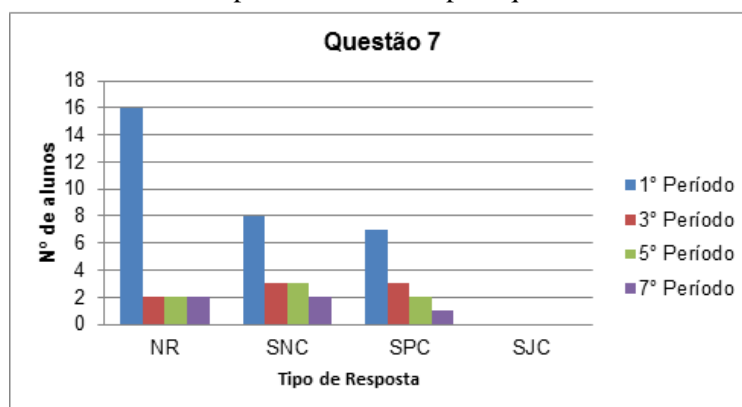
Quadro 10: Respostas dos alunos para questão 7

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	22	22
SNC	“O planeta apresenta um brilho avermelhado”	2	16
	“Os planetas são mais brilhantes e maiores que as estrelas”	5	
	“Os planetas brilham como se estivessem piscando”	2	
	“As estrelas têm um brilho mais forte”	3	
	“As estrelas possuem brilho, já os planetas possuem tons de cinza”	1	
	“Por causa do formato”	1	
	“Em virtude da proximidade do planeta com a terra”	1	
	“Através da cor e do tamanho do planeta”	1	
SPC	“As estrelas tem luz própria, ao contrário dos planetas”	2	13
	“É notório a diferença de movimento de uma estrela e de um planeta, fora a diferença de cores e brilhos”	1	
	“Em certos momentos os planetas são mais brilhantes e observando as posições com o passar do tempo”	1	

	“As estrelas têm luz e todas estão paradas”	1	
	“As estrelas apresentam um brilho variado (piscam) e os planetas um brilho fixo”	7	
	“Em várias noites de observação, as “estrelas” que estiverem em posição diferente das noites anteriores será um planeta”	1	

O gráfico a seguir apresenta a distribuição desta resposta de acordo com o período em que o aluno se encontrava.

Gráfico 8: Respostas dos alunos para questão 7



Ao analisarmos as respostas presente no gráfico vemos que apenas um aluno do 7º período possui um conhecimento prévio parcialmente condizente com o conhecimento científico.

Questão 8 – Você saberia explicar por que diferentes estrelas apresentam diferentes brilhos e diferentes cores?

As respostas apresentadas no quadro a seguir referem-se às concepções dos alunos quanto ao brilho das estrelas. Vale salientar, como vimos no capítulo anterior, que o brilho das estrelas depende da luminosidade e da distância a que nos encontramos da estrela.

Quadro 11: Resposta dos alunos para questão 8 – Quanto ao Brilho

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	26	26
NC	“Composição Química”	5	17
	“Diferentes tamanhos”	2	
	“Ao reflexo da luz”	1	
	“Devido o processo de fusão”	1	
	“Depende da idade, se a estrela estiver no fim irá brilhar menos e no início de sua vida brilha mais”	3	

	“Devido as diferentes fases”	1	
	“O brilho depende da temperatura e das substâncias de que são formadas”	2	
	“Composição física e da temperatura”	1	
	“Por causa da frequência”	1	
PC	“O brilho das estrelas esta associado à temperatura”	1	7
	“Depende da constituição química e de seu estado de vida (idade)”	1	
	“Devido a sua composição e distância em relação ao observador”	1	
	“Depende da distância em relação à Terra”	3	
	“Depende do tamanho e da distância em relação à Terra”	1	
CC	“Pela quantidade de energia que cada uma emite, além da distância entre ela e o observador”	1	1

Ao analisarmos estas repostas verificamos que a maioria dos alunos (26) não apresentaram resposta, afirmando não possuir conhecimento prévio acerca do brilho das estrelas ou ainda em sua resposta o aluno não buscou responder a questão. Nota-se ainda que diversas concepções que não condizem (NC) com o conhecimento científico apareceram, dentre as quais queremos destacar a resposta do aluno que atribui diferentes fases as estrelas. Ao fazer esta afirmação o aluno, provavelmente, faz uma analogia com as fases da Lua, ou seja, se a Lua apresenta um brilho diferente ao longo das fases, assim também deve acontecer com as estrelas. De onde ele tirou esta concepção? Possivelmente, da observação da Lua.

Vemos ainda que o número de alunos que apresentam um conhecimento entre parcialmente (PC) e condizente (CC) é relativamente pequeno se comparado ao quantitativo total. O gráfico abaixo apresenta a distribuição deste quantitativo de acordo com o período e o tipo de resposta.

Gráfico 9: Respostas dos alunos para questão 8 – Quanto ao Brilho



Ao distribuímos as repostas apresentadas no Quadro 11, por período, vemos, como nos mostra o gráfico, que apenas um alunos, do 1º período, apresentou um conhecimento condizente (CC). Observamos ainda que os alunos do 7º período apresentaram, em sua maioria (4), um conhecimento que não condiz (NC) com o conhecimento científico. Queremos destacar também as resposta dos alunos do 5º período, dos quais alguns não responderam (NR) e outros apresentaram uma resposta que não condiz (NC) com a literatura da área.

E a cor da Estrela? Quanto à cor da Estrela, esta depende da temperatura na sua superfície. Ou seja, a temperatura superficial das estrelas determina a sua cor aparente. Na classificação internacionalmente adotada, as estrelas são agrupadas em classes que recebem a seguinte denominação: O, B, A, F, G, K e M (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b).

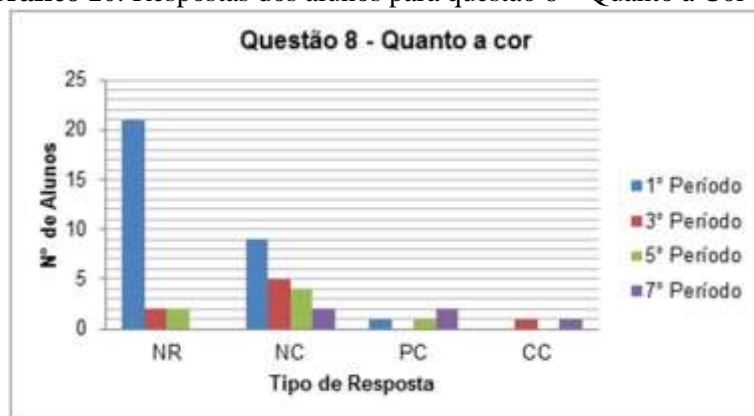
O quadro a seguir apresenta as respostas expostas para esta questão.

Quadro 12: Resposta dos alunos para questão 8: Quanto a Cor

Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	26	26
NC	“Composição Química”	5	15
	“Pela quantidade de energia que cada uma emite, além da distância entre ela e o observador”	1	
	“Depende da distância da Terra”	2	
	“Depende da composição e da distância em relação à Terra “	1	
	“Devido ao tamanho e a proximidade da Terra”	1	
	“Composição química e da idade”	2	
	“Devido a reflexão da luz”	1	
	“Tamanho e composição química”	1	
	“Devido a fusão nuclear”	1	
PC	“A cor está relacionada à frequência”	1	8
	“A cor está associada à idade”	4	
	“A cor depende da Composição e da temperatura”	2	
	“Por causa da temperatura, quanto mais frias, mais próximas do vermelho, também pode ser por causa da composição química”	1	
CC	“A cor depende da temperatura, quanto mais avermelhadas menos quentes”	1	2
	“As cores têm ligação com a temperatura”	1	

De acordo com o quadro o número de alunos que não apresentaram resposta alguma a questão (NR) ou apresentou uma resposta incondizente (NC) é de 45 estudantes, ou seja, quase 90% dos alunos desconhecem qualquer relação entre a cor da estrela e sua temperatura. Ao verificamos o período em que se encontram estes alunos observamos, como mostra o gráfico abaixo, que a maioria destes (30 no total), são alunos ingressantes no Curso de Física, ou seja, que entraram recentemente na graduação. Os demais se encontram distribuídos da seguinte forma: 7 do 3º período, 6 do 5º período e 2 do 7º período.

Gráfico 10: Respostas dos alunos para questão 8 – Quanto à Cor



Do gráfico é possível inferirmos também que os alunos que apresentam um conhecimento condizente (CC) com a literatura da área estão, respectivamente, no 3º e 7º período.

Questão 9 – O que você sabe sobre o tempo de vida de uma estrela? Você acha que elas são eternas ou que possuem um ciclo de vida, nascendo, evoluindo e ao final morrendo? Justifique.

Nesta penúltima questão buscamos investigar as concepções dos alunos sobre o ciclo evolutivo das Estrelas, para isto agrupamos as respostas apresentadas pelos alunos da seguinte forma:

- O estudante não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão, em virtude, da falta de conhecimento prévio sobre o tema (Não Respondeu - NR);
- O estudante acredita que as estrelas são eternas (Estrelas Eternas – EE)
- O estudante atribui as Estrelas um ciclo de vida, mas não sabe explicar esse processo evolutivo (Atribui, mas não sabe explicar - ANS).

- O estudante considere o ciclo de vida de uma estrela, mas a sua justificativa se distânciava do conhecimento científico (CJD).
- O estudante considera o ciclo evolutivo das estrelas e sua justificativa possui elementos que se aproximam do conceito científico (CJA).
- O estudante atribui as Estrelas um ciclo de vida e sua justificativa está de acordo com a literatura da área (AJC): Quando se aproximam os momentos finais de sua vida, o destino de uma estrela depende fortemente da sua massa. As estrelas de massas “pequenas”, como o Sol, tornar-se-ão o que chamamos de anã branca. As estrelas de grandes massas passaram pelo estágio de supernova e em seguida, se sua massa for aproximadamente dez vezes à massa do Sol, o núcleo irá esfriar para formar uma estrela de nêutrons, no entanto, se a massa da estrela progenitora for expressamente maior que a massa do Sol (algo acima de 20 vezes a massa do Sol) a Estrela tornar-se-á um buraco negro (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b) (HORVATH, 2008) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

O quadro a seguir traz a distribuição das respostas dos alunos de acordo a tipologia.

Quadro 13: Respostas dos alunos para Questão 9

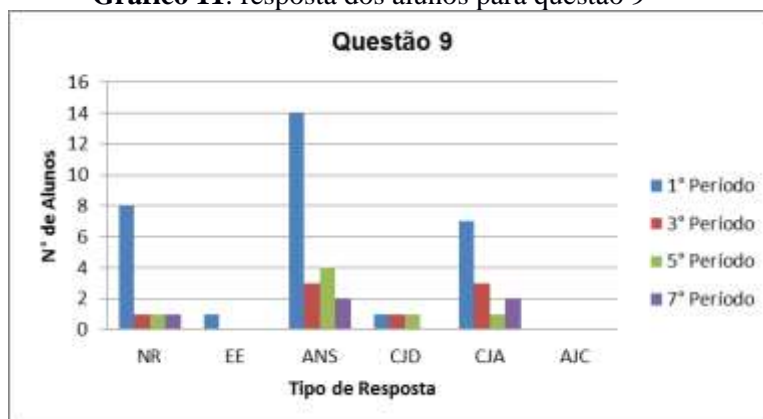
Tipo de Resposta	Respostas apresentadas	Número de respostas	Total de alunos
NR	Não apresentou resposta, afirmou não saber explicar, ou sua resposta não buscou responder a questão.	11	11
EE	“Acho que são únicas (eternas)”	1	1
ANS	O estudante atribui as Estrelas um ciclo de vida, mas não sabe explicar ou sua justificativa não buscou explicar a pergunta.	23	23
CJD	“Ao final de sua vida as estrelas caem no fundo do oceano (mar), logo elas não têm uma duração para toda vida”	1	3
	“Possuem um ciclo de vida, geralmente pequeno, assim as estrelas acabam morrendo muito cedo, em relação a outros corpos celestes”	1	
	“Elas possuem um ciclo de vida que depende do espectro visível da luz”	1	
CJA	“Possuem um ciclo de vida. Quando uma estrela queima todo o seu combustível, ela cai sobre si mesma devido a gravidade e se torna uma supernova ou um buraco negro dependendo do tamanho da estrela”	2	13
	“Elas possuem um tempo de vida, pois a matéria/combustível que as mantém “viva” irá, com o passar do tempo, acabar”	6	

	“Possuem um tempo de vida, elas morrem e podem se tornar um buraco negro”	1	
	“O combustível que mantém a estrela incandescente não dura para sempre. Os fenômenos que seguiriam após o consumo deste combustível variam com o material que compõe ela”	1	
	“Elas possuem um ciclo de vida, ao final desse ciclo elas se transformam em um buraco negro”	1	
	“Elas não são eternas, quando elas morrem, elas viram uma supernova”	1	
	“Elas possuem um tempo estipulado que pode durar trilhões, milhões de anos, sendo que umas virarão anãs brancas e outras, buracos negros”	1	

Das variadas concepções apresentadas no quadro, algumas se apresentaram parcialmente condizentes (CJA) ao conhecimento relacionado à Astronomia, entretanto, algumas concepções se distanciam do conhecimento científico, como por exemplo, a ideia que as Estrelas são eternas ou de que ao final de suas vidas elas caem no fundo do oceano (mar). Estas concepções, juntamente, com o quantitativo de alunos que não responderam (NR) e aqueles que não souberam justificar, nos mostra mais uma vez as lacunas que são deixadas pela Educação Básica em conhecimentos em Astronomia.

O gráfico 11 nos mostra a distribuição das respostas destes alunos de acordo com o período que estavam cursando.

Gráfico 11: resposta dos alunos para questão 9



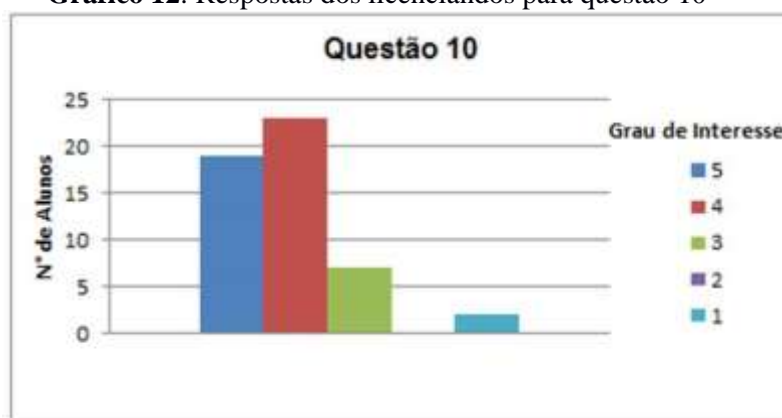
Questão 10. Qual o seu interesse em Participar de um curso de extensão em Astronomia para Educação Básica, que tenha ênfase sobre estrelas

Na última questão (Questão 10) procuramos investigar o grau de interesse dos estudantes em participar do curso de extensão em Astronomia para Educação Básica, que

tenha ênfase sobre estrelas. Por este motivo, esta questão não constitui nenhuma das categorias mencionada anteriormente. Desta forma, apresentamos 5 tipos de respostas que vai do total interesse a nenhum interesse:

- 5 – tenho total interesse, ao ponto de priorizar, me inscrever e cumprir;
- 4 – tenho interesse, mas preciso avaliar se tenho disponibilidade;
- 3 – meu interesse é relativo; cumpriria apenas por satisfação pessoal;
- 2 – não tenho interesse, porque creio não ser relevante para a educação básica;
- 1 – não tenho nenhum interesse; definitivamente, não vou me inscrever.

Gráfico 12: Respostas dos licenciandos para questão 10



Ao analisarmos o gráfico 14, observamos que a maioria dos alunos da pesquisa tem interesse em participar do curso, no entanto, alguns argumentaram a necessidade de avaliar a sua disponibilidade. Outros ainda (7 estudantes) apresentam um interesse relativo, cumprindo assim a carga horária do curso apenas por satisfação pessoal. E apenas dois alunos, dos 51 estudantes que participaram da pesquisa não tem interesse algum em participar do curso.

5.5.1 Síntese dos resultados da pesquisa de Campo

Ao final desta pesquisa, desenvolvida com os Licenciandos do Curso de Física, do IFRN, Campus Caicó, observamos, a partir das lacunas conceituais deixadas pela Educação Básica, a necessidade de uma ação que possa contribuir com a formação destes estudantes em conteúdos relacionados à Astronomia, como é o caso das Estrelas.

6 O PRODUTO EDUCACIONAL

6.1 Apresentação

O Produto Educacional, componente curricular exigido junto à dissertação, pretensamente foi constituído do seguinte conjunto de sequências de ensino (SE) (APÊNDICE B):

- I. *SE#01 – Bem-vindo a uma noite estrelada: um estudo introdutório sobre o céu noturno;*
- II. *SE#02 – Observando as estrelas: forma, cores e brilhos;*
- III. *SE#03 – O Sol: a nossa estrela íntima;*
- IV. *SE#04 – Nascimento, vida e morte das estrelas.*

A primeira sequência de ensino, *SE#01 – Bem-vindo a uma noite estrelada: Um estudo introdutório sobre o céu noturno* – tem como objetivo principal levar os alunos a uma familiarização com o céu noturno, que por muitas vezes passa despercebido. Para isto, realizaremos uma observação a olho nu, que permita a interação dos alunos com este laboratório natural, chamado céu.

Na segunda sequência de ensino, *SE#02 – Observando as estrelas: forma, cores e brilhos* – discutiremos a lei da refração, a fim de fundamentar a explicação sobre a forma das estrelas, bem como o conceito de temperatura e sua relação com a cor das estrelas, utilizando a teoria de Planck da radiação de corpo negro. Depois introduziremos os conceitos de luminosidade e brilho, e apresentaremos a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama HR. Esta sequência, portanto, visa proporcionar aos alunos um conhecimento mais apropriado da natureza das estrelas.

Na terceira sequência, *SE#03 – O Sol: a nossa estrela íntima* – discutiremos, a partir do processo de geração de energia no interior do Sol, a dependência das demais energias terrestres em relação à energia solar. Discutiremos, ainda, as características básicas do Sol, tais como tamanho, estrutura (interior e exterior), cor, brilho, bem como sua posição na sequência principal das estrelas. Além disso, compararemos o tamanho do Sol com o dos planetas, bem como com o tamanho de algumas estrelas. Assim, ao final destas sequências, os estudantes terão incorporados alguns conhecimentos básicos acerca da nossa estrela.

Na quarta e última sequência, *SE#04 – Nascimento, vida e morte das estrelas* – Abordaremos o processo evolutivo das estrelas desde o seu nascimento até os seus possíveis

estágios finais. No decorrer deste processo apresentaremos a relação entre os elementos químicos encontrados aqui na Terra com as estrelas. Informação esta que é desconhecida por muitos dos estudantes.

Estas sequências de ensino foram planejadas de acordo com as necessidades levantadas durante a análise dos questionários, como vimos na seção 5.5. Sua implementação se deu por meio de um curso de extensão cuja finalidade era fornecer aos alunos um embasamento teórico e metodológico em tópicos de Astronomia, mais especificadamente sobre estrelas. De acordo com as sequências, o mesmo foi composto de 4 (quatro) encontros, com 4 horas-aula cada, totalizando uma carga horária de 16 horas-aula.

6.2 Metodologia

A metodologia a ser empregada nestas sequências encontra-se fundamentada em três momentos distintos: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento, sistemática inspirada na pedagogia de Paulo Freire (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

No primeiro momento (problematização inicial), buscaremos investigar o conhecimento prévio dos alunos, por meio de questões que visam à ligação do conteúdo com situações reais que os alunos conhecem ou presenciam, mas que não conseguem interpretar completamente ou corretamente porque não dispõem de conhecimentos científicos suficientes (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

No segundo momento (Organização do conhecimento) os conhecimentos de Física necessários para a compreensão dos temas serão sistematizados; este momento trata-se, portanto, da explanação do conteúdo por parte do professor, não apenas expositivamente, mas principalmente dialogicamente. Durante este processo o professor contará com o auxílio de diversas ferramentas didáticas pedagógicas, tais como experimentos e simuladores.

O terceiro e último momento (aplicação do conhecimento) visa abordar de forma sistemática o conhecimento incorporado pelo aluno durante a aplicação das sequências de ensino.

Além disso, estas sequências possuem alguns pressupostos epistemológicos da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, tais como a utilização dos conhecimentos prévios dos alunos. Deste modo, ao assumirmos estes pressupostos pretendemos estabelecer relações

entre os conceitos que os alunos dispõem na sua estrutura cognitiva e as novas informações a serem incorporadas durante a aula (RIBEIRO; NUÑEZ, 2004).

Durante a implementação que se segue também utilizamos da experimentação com o objetivo de proporcionar aos participantes um contato mais direto com os fenômenos físicos presentes em cada encontro.

6.3 Da implementação das Sequências de Ensino

A implementação das Sequências de Ensino, se deu por meio de um curso de extensão, intitulado Estrelas – O Universo Além do Sistema Solar. Este curso foi composto de quatro encontros, cada um com duração de 4 horas, totalizando uma carga horária de dezesseis horas (16h) e contou, em média, com a participação de 11 alunos dos 30 inscritos, além de 2 ouvintes. É importante ressaltar que do quantitativo de alunos inscritos que participaram, 2 eram alunos do Ensino Médio regular da rede pública de ensino.

A metodologia adotada em cada encontro encontra-se, conforme item 6.2, fundamentada nos três momentos pedagógicos: Problematização inicial; Organização do conhecimento; e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

O Primeiro Encontro - *Bem-vindo a uma noite estrelada: um estudo introdutório sobre o céu noturno*

O primeiro encontro, intitulado “Bem-vindo a uma noite estrelada: um estudo introdutório sobre o céu noturno”, aconteceu aos 16 de março de 2018, das 18 horas às 22 horas e teve por objetivo levar os alunos a uma familiarização com o céu noturno.

No primeiro momento, demos as boas vindas aos participantes e apresentamos a proposta do curso, bem como o objetivo do mesmo: Promover a difusão dos conhecimentos astronômicos na Educação Básica, principalmente no que diz respeito às Estrelas, entre os Licenciandos (professores em formação inicial) do curso de Licenciatura em Física do IFRN, Campus Caicó.

Em seguida, aplicamos um pequeno questionário, o qual chamamos de sondagem inicial, com o objetivo de caracterizar os participantes do curso e sondar qual era a sua principal fonte de consulta, quando se tratava de conhecimentos em Astronomia. De acordo com as respostas dos participantes podemos caracterizá-los da seguinte forma:

Quadro 14: *Caracterização dos participantes*

Instituição	Curso	Quantidade de alunos por Período
IFRN	Licenciatura em Física	9 – 1º Período
		4 – 3º Período
		2 – 5º Período
		2 – 7º Período
UFERSA	Licenciatura em Física	1 – 1º Período
Rede Pública	Ensino Médio	2 – 3ª série

Quanto a sua principal fonte de consulta, quando se trata de conhecimentos em Astronomia, obtivemos as seguintes respostas:

Quadro 15: *Principais fontes de consulta dos participantes quando se trata de conhecimentos em Astronomia*

Fonte	Quantidade de Alunos
Internet	12
Literatura (Livros, revistas e artigos)	11
TV (Documentários, séries, programas)	9
Não sabe informar	1

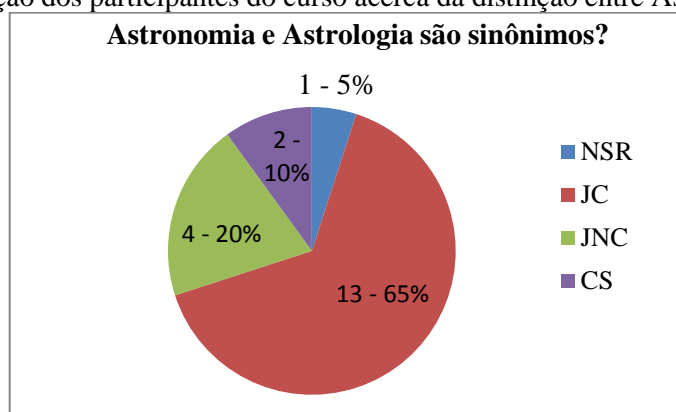
De acordo com o quadro, podemos inferir que grande parte dos estudantes procuram suas fontes na Internet, no entanto, esta fonte, quando não criteriosamente selecionada, assim como livros didáticos, podem conter falhas conceituais, que podem reforçar suas concepções prévias acerca da Astronomia. Estas respostas servirão de base para justificar as possíveis respostas para as questões de problematização inicial que foram apresentadas no decorrer do curso.

Além de sondar as fontes utilizadas pelos participantes também procuramos sondar se eles teriam estudado conteúdos relacionados à Astronomia durante a sua Educação Básica; diante das respostas, constatamos que nove (9) deles tiveram a oportunidade de estudar e onze (11) nunca estudaram. Estas respostas, também servirão para justificar as concepções prévias destes alunos no decorrer do curso.

Verificamos também se estes alunos conseguiam fazer a distinção entre Astronomia e Astrologia. Para uma melhor organização das respostas, as dividimos em quatro categorias:

- I.** Não Sabe responder (NSR);
- II.** Consegue fazer a distinção entre as duas e sua justificativa condiz com a literatura (JC);
- III.** Consegue fazer a distinção entre as duas, mas a justificativa não condiz (JNC);
- IV.** Considera as duas como sinônimo uma da outra (CS).

Gráfico 13: Concepção dos participantes do curso acerca da distinção entre Astronomia e Astrologia.



De acordo com gráfico 13, observamos que a maioria dos participantes consegue fazer a distinção entre Astronomia e Astrologia de forma coerente, ou seja, a Astronomia é a Ciência que estuda os corpos celestes (como estrelas, planetas, cometas, nebulosas, aglomerados de estrelas, galáxias) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a) (NOGUEIRA; CANALLE, 2009) (BRETONES, 2013), enquanto, a Astrologia supõe que há uma relação entre padrões formados pelas posições dos astros e os acontecimentos na vida das pessoas (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).

Observamos ainda que um participante não soube responder, 2 asseguram que as duas são indistintas e os demais (4) afirmaram que são coisas distintas, porém, as justificativas diferem da literatura.

Após este momento de sondagem, iniciamos a problematização inicial, como consta na sequência de Ensino 01 (SE#01). Nesta atividade (Problematização inicial) conduzimos os alunos ao campo de futebol do IFRN, Campus Caicó, para contemplarmos o céu noturno e fazermos uma observação sistemática do mesmo (Figura 9 e 10).

Figura 9 e 10: Alunos realizando a observação sistemática do céu a olho nu



Depois de dez (10) minutos contemplando o céu noturno como um laboratório natural, que por muitas vezes passa despercebido, pedimos que os alunos respondessem cinco perguntas que serviriam de base para a Organização do Conhecimento, a etapa subsequente da aula. As questões foram as seguintes:

1. Depois deste momento de observação, fique de pé e identifique o caminho descrito pela linha do horizonte (Esta é a linha imaginária delimitada pelo “encontro” do chão com o céu, quando olhamos para longe, até perder as coisas da vista). Como lhe parece ser a forma da Terra? Registre com desenhos e observações a sua percepção do horizonte e da forma da Terra nesse instante.
2. Você consegue identificar alguma estrela ou planeta? Se sim, como diferenciá-los?
3. Defina o que é constelação. Você consegue identificar alguma? Qual? Registre o desenho da mesma.
4. Suponha que uma pessoa encontra-se neste exato momento observando o céu em um país da Europa, ela veria as mesmas estrelas que você? Justifique
5. As estrelas estão à mesma distância uma das outras em relação ao observador? Justifique

Transcorrido o tempo concedido, trinta (30) minutos, recolhemos as respostas para, posteriormente, fazermos a análise. Ao analisarmos as repostas para a questão 1 da problematização, o que percebemos é que todos os alunos, com exceção de um que não buscou responder a questão, atribuem um formato plano à Terra, com as estrelas presas em uma espécie de esfera (Figura 11). Segundo Carvalho Filho e Germano (2007a) é muito comum que esse tipo de observação gere esta percepção.

Figura 11: Percepção do céu e da forma da Terra, muito frequente ao se observar o céu em local aberto.



Fonte: Adaptada de CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a

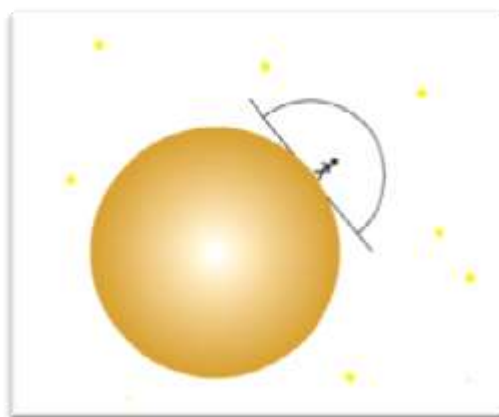
Ao analisarmos a questão 2, observamos, da mesma forma que na pesquisa de campo (Seção 5.5), uma concepção bastante comum entre alunos e professores, a de que a diferenciação entre estrelas e planetas quando observado a olho nu se dá, simplesmente, pela

oscilação de brilho, ou seja, a estrela “pisca”, enquanto o planeta possui um brilho constante (LANGHI; NARDI, 2012). Ao fazer esta afirmação, os participantes não consideram o movimento dos planetas em relação à esfera celeste, o que é visto na forma de um movimento entre as estrelas.

A definição de constelação que mais aparece na questão 3, é a de que a constelação é um agrupamento de estrelas que forma um desenho no céu. Segundo Langhi (2016), esta concepção pode levar as pessoas a crerem que aquelas estrelas estão fisicamente próximas umas das outras, formando um conjunto e interagindo gravitacionalmente. No entanto, as estrelas que formam uma constelação estão muito afastadas umas das outras, dando apenas a impressão, para os habitantes da Terra, de que estão próximas entre si, como veremos mais adiante em uma atividade experimental (O Cruzeiro do Sul numa caixa de papelão).

Na questão subsequente (4), notamos que a maioria dos participantes (12) considera, de alguma forma, que as estrelas observadas por uma pessoa em um país da Europa não são as mesmas que eles estavam observando, pois esta pessoa estaria, provavelmente, em um hemisfério diferente do nosso, logo existiria estrelas que seriam observadas por nós que não seriam observadas por esta pessoa, da mesma forma aconteceria com a gente. Esta concepção se justifica pelo fato do nosso campo de visão ser delimitado apenas a um pequeno disco da superfície gigantesca do planeta como mostra a Figura 10.

Figura 12: Visão delimitada por um pequeno disco da superfície do planeta



Fonte: Adaptada de CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a

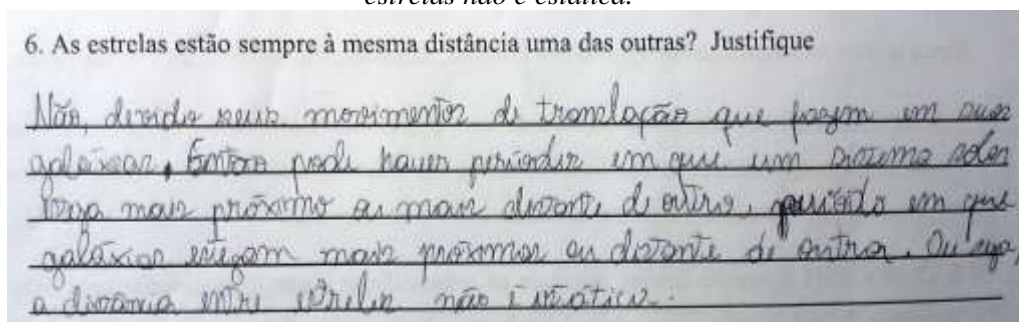
Da Figura 12 também podemos extrair que, devido à esfericidade da Terra, observadores em diferentes lugares da Terra visualizam partes diferentes do céu. Note que, se a Terra fosse um disco “chato”, as estrelas vistas por um observador seriam vistas de qualquer outro lugar sobre o disco, o que não acontece (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).

Além disso, alguns (5 participantes) acreditam que o céu é o mesmo para qualquer observador na superfície da Terra, ou seja, as estrelas que nós observamos aqui também são observadas por outro observador, independente do local em que este se encontra e dois deles afirmam que a única coisa que pode impedir de um outro observador enxergar as mesmas estrelas que nós é a poluição luminosa, isto é, se não existir poluição luminosa as estrelas apareceriam da mesma forma para diferentes observadores. Os demais não apresentaram resposta ou sua resposta não buscou responder a questão.

Na última questão da problematização inicial, buscamos investigar a concepção dos participantes sobre a distância que as estrelas se encontram uma das outras. Verificamos, portanto, que cinco participantes acreditam que elas estão à mesma distância do observador. Esta percepção nasce, possivelmente, da observação das estrelas na esfera celeste. Na verdade, as estrelas podem estar linear ou angularmente, muito distantes uma das outras, e sua proximidade é apenas aparente, assim como quando olhamos uma grande cidade ao longe. Nesta situação os inúmeros edifícios parecem estar quase se tocando, mas quando nos aproximamos, notamos que há uma boa distância entre eles (LANGHI, 2016).

Os outros participantes consideram que elas estão a diferentes distâncias uma das outras, porém, algumas justificativas chamaram a nossa atenção. Por exemplo, um aluno afirmou que a distância entre elas depende das suas respectivas idades, outro, por sua vez, afirmou que esta distância depende do período de translação da mesma em torno da sua galáxia (Figura 13). Ou seja, para este aluno cada estrela possuía uma galáxia própria e forma um sistema semelhante ao sistema solar, assim havia períodos em que este sistema estaria mais próximo ou mais distante da estrela.

Figura 13: Resposta do aluno à questão 6: *“Não, devido seus movimentos de translação que fazem em suas galáxia. Então pode haver períodos em que um sistema solar esteja próximo ou mais distante de outro, período em que galáxias estejam mais próxima ou distante de outra. Ou seja, a distância entre estrelas não é estática.”*



Dando continuidade na SE#01, formalizamos o conceito de Astronomia conforme a literatura da área e mostramos a diferença entre ela e a Astrologia. Em seguida, fizemos uma

pequena explanação desta ciência desde as primeiras civilizações, para introduzirmos o conceito de esfera celeste. Para tanto utilizamos uma atividade experimental intitulada: A Esfera Celeste ao alcance das mãos (Anexo I da SE#01, p. 137) (Figura 14).

Figura 14: Esfera Celeste ao alcance das mãos construída de garrafa pet



Note que a nossa esfera celeste possui elementos semelhantes ao nosso planeta. Por exemplo, a emenda, na junção das metades da garrafa, representa a linha do Equador Celeste, que é uma projeção do equador terrestre. Do mesmo modo, a esfera celeste possui um Polo Celeste Norte e um Polo Celeste Sul, os quais são também projeções dos polos terrestres sobre o céu. Em nossa atividade a tampa inferior representa o polo norte celeste, enquanto a tampa superior o polo sul celeste.

A superfície da água que preenche a metade do interior de nosso modelo serve para representar o solo “plano” e a borda circular da superfície que “toca” toda esfera celeste representa o horizonte do observador. Ao nos colocarmos no centro desta esfera olhando todo horizonte, a impressão que temos é a de estarmos no centro de uma superfície plana e circular, onde o limite de nossa visão é a linha do horizonte, a divisória entre o “céu” e a “terra”.

A partir desta atividade explicamos que observadores em diferentes lugares da Terra visualizam partes diferentes do céu. Por exemplo, se expressarmos um conjunto de estrelas em nossa esfera, notaremos que estas vão “subindo” no horizonte leste, ganhando altura no céu, em relação a um observador no centro da superfície plana, e depois vão “descendo”, até “mergulharem” no horizonte oeste, conforme o passar das horas do dia.

Se colocarmos ainda algumas estrelas próximas do polo celeste norte, notaremos também que estas jamais subirão acima da superfície do observador, por mais que a esfera celeste gire. Do mesmo modo, há estrelas próximas do polo celeste sul que nunca descerão abaixo da linha do horizonte e, portanto, sempre estarão no céu. Assim, os observadores

localizados no hemisfério sul da Terra não conseguirão enxergar o polo celeste norte, e vice-versa.

Compreendido o conceito de esfera celeste, descrevemos, a partir do conhecimento prévio dos alunos, o que é uma constelação. Para uma melhor compreensão deste conceito, principalmente, no que diz respeito às distâncias que as estrelas se encontram uma das outras, utilizamos outra atividade experimental, chamada “O Cruzeiro do Sul numa caixa de papelão” (Anexo II da SE#01, p. 140). Nesta atividade, com a caixa totalmente fechada (Figura 14), o que se vê é que as estrelas (representadas pelos LEDs) que formam a constelação do Cruzeiro do Sul estão, aparentemente, próximas umas das outras. No entanto, quando abrimos uma das laterais da caixa (Figura 15), verificamos que estas estão a diferentes distâncias mútuas. É também possível perceber uma configuração espacial distinta noutra perspectiva.

Esta atividade, portanto, nos mostra que as estrelas que compõem uma constelação não estão, de fato, próximas umas das outras, mas, por questão de perspectiva, as enxergamos aparentemente próximas, formando determinado padrão, como é o caso do Cruzeiro do Sul.

Figura 14 e 15: A figura 14 (esquerda) mostra a representação do cruzeiro do sul para um observador aqui na Terra, já a figura 15 (direita) mostra a representação das diferentes distâncias das principais estrelas que compõem a constelação do Cruzeiro do Sul para um observador que se encontra fora da Terra.



Ressaltamos ainda, que a constelação não pode ser encarada como um simples conjunto de estrelas que se enxerga no céu e que forma alguma figura, como apareceu nas respostas a questão 4 da problematização. Ao contrário, a constelação envolve uma área no céu, onde tudo o que estiver contido naquele determinado setor celeste deve ser considerado como parte daquela constelação, isto quer dizer que uma constelação não é formada apenas pelas as estrelas habituais e mais brilhantes, mas sim por uma região retangular que abrange todas as inúmeras estrelas e demais objetos que se encontram nesta região (LANGHI, 2016).

Na verdade, o conceito que caracteriza um conjunto de estrelas fisicamente próximas umas das outras com um movimento coletivo comum em relação a outros corpos é o de aglomerado estelar (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).

Dando continuidade na explanação do conteúdo, retornamos à questão 3 da problematização inicial e explicamos como identificar/distinguir uma estrela de um planeta a olho nu a partir da literatura da área: A diferença entre as estrelas e os planetas quando observados a olho nu se dá por dois motivos: pela oscilação de brilho, as estrelas "piscam" e os planetas têm um brilho fixo; segundo, em um curto período de tempo, as estrelas não variam de posição em relação à esfera celeste, já os planetas mudam de posições em relação à esfera celeste, o que é visto na forma de um movimento entre as estrelas (REMBOLD, 2011) (LANGHI; NARDI, 2012).

Por fim, apresentamos o *software* 'Stellarium' como ferramenta paradidática que permite mostrar um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu e que pode ajudar aos participantes a identificar/distinguir uma estrela de um planeta.

Quanto à aplicação do conhecimento (Anexo III da SE#01, p. 144), não foi possível efetivá-la, em virtude do atraso inicial que tivemos, devido à instalação de novos projetores no instituto que só funcionam com wi-fi e com um programa específico do fabricante, o qual não tínhamos acesso. Poderíamos ter orientado os participantes para responderem em casa, no entanto, com o avançar da hora, não atentamos para esta possibilidade e não procedemos à avaliação deste encontro como propusemos na SE#01.

O Segundo Encontro - *Observando as estrelas: forma, cores e brilhos*

O segundo encontro - Observando as estrelas: forma, cores e brilhos - realizado no dia 19 de março de 2018, das 8:00 h às 12 h, contou com a participação de 12 estudantes, sendo que dois deles eram, respectivamente, um estudante do Ensino Médio e o outro encontrava-se como ouvinte, ou seja, dos 30 inscritos no curso, apenas 10 efetivamente participaram da aula.

O objetivo principal deste encontro era proporcionar aos alunos um conhecimento mais apropriado da natureza das estrelas, no entanto, antes de adentrarmos no conteúdo propriamente dito, buscamos investigar o conhecimento prévio dos alunos acerca da forma, cores e brilhos das estrelas, a partir da problematização inicial.

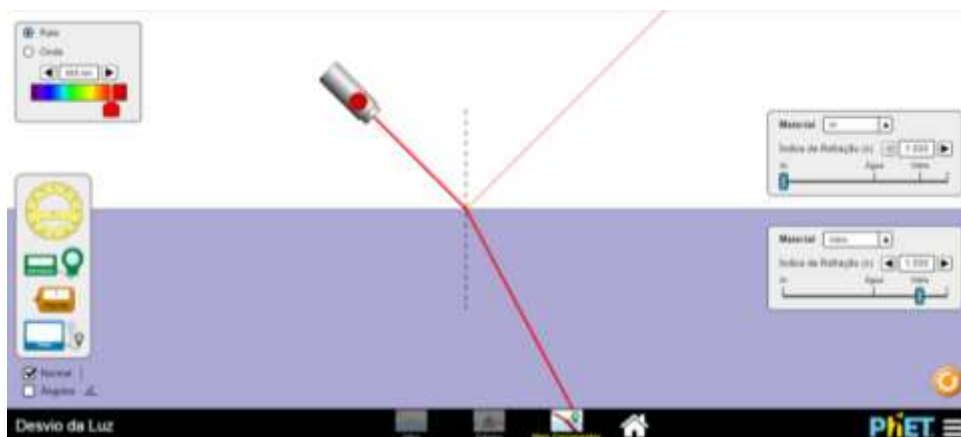
A problematização inicial estava estruturada por seis questões:

1. Você saberia conceituar o que são as Estrelas do Universo e de que são formadas? Em caso afirmativo, escreva aqui a sua versão desse conceito:
2. Durante a observação desenvolvida na SE#01, você deve ter percebido que as estrelas parecem cintilar (piscar) no céu. Por que isso ocorre?
3. O que você diria sobre o formato das estrelas? (Se necessário, desenhe)
4. Você observou que algumas estrelas são amarelas, outras vermelhas e outras azuis? Saberá dizer o porquê?
5. Ao observar as Estrelas, você deve ter percebido que algumas estrelas possuem um brilho mais intenso que outras. Como você justificaria isso?
6. Existe alguma diferença entre luminosidade e brilho de uma estrela? Justifique sua resposta.

Depois que os alunos responderam tais questões, discutimos coletivamente as respostas que os mesmos apresentaram sobre esse conhecimento e logo após as recolhemos para fins de avaliação.

Após o momento de problematização inicial, descrevemos a natureza das estrelas (o que são e de que são formadas) e o seu formato. Para explicar o porquê das estrelas parecerem cintilar (piscar) no céu, utilizamos um simulador (Figura 16) para explicar as Leis da refração.

Figura 16: Simulador utilizado para explicar as leis da refração.

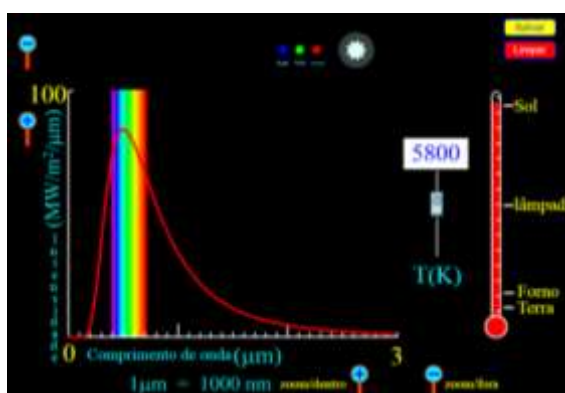


Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html.
Acessado em: 19 de Mar.2018.

Entendido as Leis da refração explicamos que a causa da cintilação é a turbulência atmosférica²², por causa desse efeito é que se estabeleceu a representação de estrelas como objetos pontudos, mas isso nada tem a ver com a forma real das estrelas que, de um modo geral, são esféricas (CANALLE; MATSUURA, 2007).

Dando continuidade à sistematização do conteúdo discutimos a cor das estrelas, a partir da teoria de Planck da radiação de corpo negro. Durante este momento de explanação, utilizamos mais um simulador (Figura 17) para relacionar a cor das estrelas com a sua temperatura, a partir da lei de deslocamento de Wien e a radiação de um Corpo Negro.

Figura 17: Simulador que relaciona a cor de um Corpo Negro com a sua temperatura.



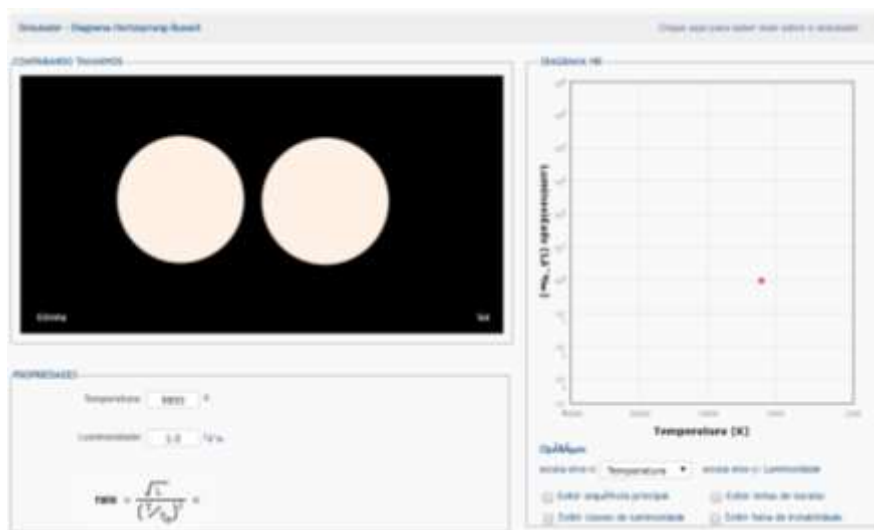
Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt_BR.html.
Acessado em: 19 de Mar.2018.

Para concluir este momento, apresentamos o espectro eletromagnético, destacando, principalmente, o espectro visível ao olho humano e mostramos a relação do comprimento de onda de um corpo com sua temperatura de acordo com a equação: $\lambda_{max} = \frac{2,8977685 \times 10^{-3} m \cdot K}{T}$ (Lei do deslocamento de Wien).

Para finalizar a etapa de organização do conteúdo, introduzimos os conceitos de luminosidade e brilho, e apresentamos a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama Hertzsprung-Russell (diagrama HR). Para uma melhor compreensão deste diagrama realizamos uma atividade experimental com auxílio de um simulador (Figura 18) disponível pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE).

²² Antes de chegar aos nossos olhos, a luz das estrelas, que se encontram a vários anos-luz, percorre o “vácuo” do espaço, praticamente sem desvios até chegar à Terra e atravessar uma camada de ar atmosférico, constituído por uma mistura de partículas e gases turbulentos. Este constante movimento da atmosfera faz com que os raios de luz provenientes do espaço exterior sofram desvios (refração da luz), pois percorrem regiões movimentadas de diferentes densidades, portanto com índices de refração diferentes (LANGHI, 2016).

Figura 18: Simulador diagrama Hertzsprung-Russell (diagrama HR) do INPE.



Disponível em: <http://www.das.inpe.br/simuladores/diagrama-hr/>. Acessado em: 19 de Mar.2018

Nesta atividade pedimos aos participantes que se dividissem em dois grupos (Um de 5 e outro de 6 participantes) e construísem um diagrama HR, utilizando uma cartolina branca e massa de modelar.

Para a construção do diagrama fornecemos aos grupos os dados expressos na tabela 1 e na figura 19, e pedimos que os mesmos preenchessem a tabela com a classe espectral e a cor que pertence cada estrela presente na mesma.

Tabela 1: Características das Estrelas.

	Tipo espectral	Luminosidade (L/L_{\odot})	Temperatura (K)	Cor
1		10^5	3500	
2		10^5	10.000	
3		10^4	30.000	
4		10^0	6.500	
5		10^4	4.000	
6		10^{-3}	2.700	
7		10^{-3}	11.000	
8		10^3	15.000	
9		10^{-3}	5.200	
10		10^{-3}	7600	

Figura 19: Tipo espectral e sua respectiva coloração

Tipo espectral	Temperatura (K)	Coloração
O	25000-50000	Azul
B	11000-25000	Azulada
A	7500-11000	Branca
F	6000-7500	Branco-amarelado
G	5000-6000	Amarelo
K	3500-5000	Laranja
M	2700-3500	Vermelha

Fonte: REMBOLD, 2011

Em seguida, após determinar a classe espectral e a cor das respectivas estrelas, os grupos com o auxílio do simulador construíram cada qual o seu diagrama.

Figura 20: Distribuição das estrelas da Tabela 1 conforme o simulador do INPE

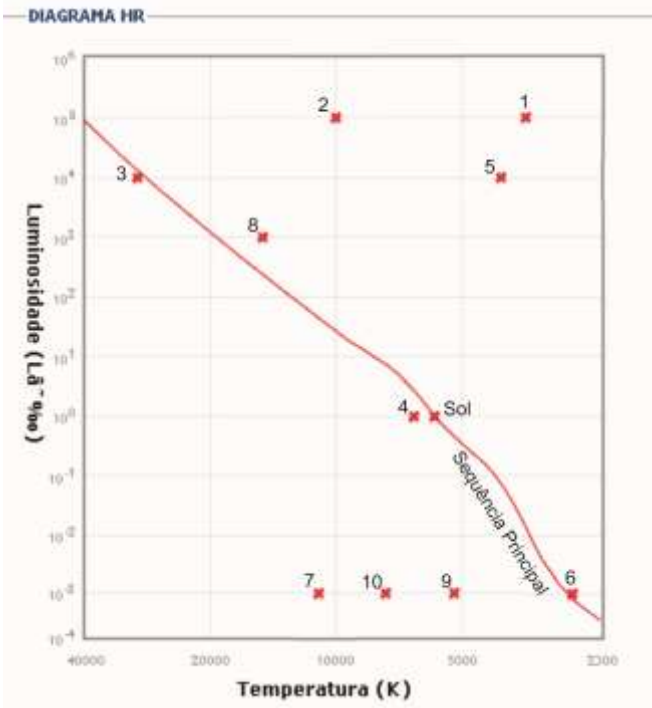


Figura 21: Construção do diagrama HR



Figura 22: Grupos com o seu respectivo diagrama HR



Depois da construção do diagrama HR, solicitamos aos alunos que refizessem as questões da problematização inicial, a fim de avaliarmos o conhecimento incorporado pelos participantes após a explanação do conteúdo.

A seguir apresentamos a comparação entre as respostas apresentadas na problematização inicial e na aplicação do conhecimento. Na questão 1 (O que são as Estrelas do Universo e de que são formadas?), o que observamos antes da explanação do conteúdo é que a maioria dos alunos (9) apresentaram em sua resposta elementos que se aproximam do conceito científico (Ver Questão 4 da Pesquisa de Campo, p.63) e que apenas três não souberam conceituar o que são as estrelas ou não responderam. Se comparado com a Aplicação do Conhecimento, percebemos uma complementação das respostas apresentadas anteriormente, por exemplo, o participante que considerava as estrelas apenas como uma mistura de gases, depois da explanação apresentou a seguinte resposta: “São corpos celestes

que possuem luz própria, devido às reações nucleares que ocorrem em seu interior pelos gases que a constituem, principalmente hidrogênio e hélio”.

Quanto aos estudantes que não souberam ou não apresentaram resposta na problematização inicial, o que vemos é que dois deles incorporaram o conteúdo, desta forma, apresentaram na aplicação do conhecimento que as estrelas são corpos celestes formados por gases em fusão, especialmente o hidrogênio. O outro aluno, porém, mesmo depois da explanação, não apresentou uma resposta condizente com a literatura; para ele as estrelas são pedaços de asteroides. Esta resposta nos chamou atenção, pois em nenhum momento da explicação do conteúdo nós falamos em asteroides. E de onde ele tirou esta resposta? Possivelmente esta concepção o acompanha há anos e encontra-se tão enraizada que mesmo após a explicação ela não tenha sido modificada.

Na Questão 2, o que vemos é uma resposta bastante satisfatória se comparada à resposta apresentada na problematização. O quadro a seguir mostra estas repostas antes e depois da explanação.

Quadro 16: Comparação entre as respostas dada na questão 2 (Por que as estrelas piscam?) durante a Problematização Inicial e a Aplicação do Conhecimento

Problematização Inicial		Aplicação do conhecimento	
<i>Tipo de Resposta</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Tipo de Resposta</i>	<i>Quantidade</i>
Não sabe ou não respondeu	3	Devido à refração da luz causada pela turbulência atmosférica.	10
Devido às estrelas possuírem luz própria.	4	Devido à fusão dos átomos	1
Devido à distância que estas se encontram de nós.	3	Devido à temperatura e a luminosidade	1
Devido à composição química	1		
Devido à refração da luz na atmosfera.	1		

Ao analisarmos o Quadro 16 vemos que na problematização inicial algumas respostas apresentaram elementos que se aproximam do conceito científico, por exemplo, o fato das estrelas possuírem luz própria, a distância que essas se encontram de nós ou devido à refração da luz na atmosfera. Mas por que as estrelas parecem cintilar (piscar) no céu? A causa da cintilação é a turbulência atmosférica. Resposta esta que apareceu na maioria das respostas dadas na aplicação do conhecimento. Isto significa que os alunos, em sua maioria, incorporaram o conteúdo abordado durante a aula.

Das respostas apresentadas na aplicação do conhecimento, também é possível inferir que novas concepções surgiram após a explicação, tais como a ideia de que a cintilação é causada pela fusão, ou devido à temperatura e a luminosidade das estrelas. Diante destas concepções resta-nos a pergunta: Por que estes alunos não incorporaram o conteúdo? Não sabemos, talvez tenha ocorrido alguma confusão com a justificativa da cor das estrelas, assunto este que também foi explanado nesta aula.

Sobre o formato das estrelas, Questão 3, vemos que os participantes, em sua maioria (9), atribuem na problematização o formato esférico às estrelas, e que apenas um considera a estrela com pontas, os demais (2) não sabem determinar qual o formato das estrelas. O que vemos depois da explanação (Aplicação do conhecimento) é que todos, sem exceção, consideram as estrelas com o formato esférico, inclusive o estudante que atribuía pontas às estrelas. Este aluno destaca: *“Eu diria que as estrelas eram cheias de pontas e agora vi que é redonda”*.

Na Questão 4, que se refere à cor das estrelas, o que vemos antes da explanação são as seguintes concepções:

- Não sabe ou não respondeu – 3 participantes;
- Atribuem à idade da estrela – 3 participantes;
- Atribuem à massa e a quantidade de energia irradiada – 1 participante;
- Atribuem à composição química – 1 participante
- Atribuem às reações químicas que acontecem no interior da estrela – 2 participantes;
- Atribuem à temperatura – 2 participantes.

Diante destas respostas, vemos que apenas 2 participantes associam, antes da explicação, que a cor das estrelas depende da sua temperatura. Depois da explanação, este número aumenta para nove, o que mostra que boa parte dos alunos conseguiu assimilar o conteúdo.

Na questão 5, investigamos o porquê de as estrelas possuírem brilhos diferentes. Ao analisarmos as respostas dadas na problematização inicial, verificamos que nenhum estudante apresentou um conhecimento totalmente condizente com a literatura da área, no entanto, alguns apresentaram em suas respostas elementos que se aproximam bastante do conhecimento científico, tais como a relação do brilho com a distância que a estrela se encontra de nós (5 participantes) ou pela quantidade de energia que esta emite pelo espaço (2 participantes). Após a explanação, o que percebemos é que oito alunos assimilaram o

conteúdo e relacionaram o brilho das estrelas a sua luminosidade (quantidade de energia que a estrela emite por unidade de tempo) e a distância que estas se encontram de nós. Os demais (4 participantes), associaram ou só à distância ou só à luminosidade e um não respondeu.

Na última Questão (6), observamos na problematização inicial que três participantes não souberam responder; quatro até afirmaram que existe diferença entre luminosidade e brilho, mas não sabem explicar; e quatro associam que a luminosidade está relacionada com a quantidade de energia irradiada e que o brilho depende da distância do observador.

Quanto às respostas apresentadas na Aplicação do Conhecimento, nota-se que dois não souberam responder mesmo após a explanação do conteúdo; três apresentaram apenas o conceito de luminosidade e um apenas o conceito de brilho, quatro diferenciaram corretamente a luminosidade do brilho, ou seja, a luminosidade está associada à quantidade de energia que a estrela emite por unidade de tempo e o brilho, por sua vez, depende desta e da distância que nos encontramos da estrela, como vimos na Seção 4.1(p. 45).

Após esta comparação entre as concepções dos participantes antes e depois da explicação, podemos inferir, de modo geral, que os mesmos conseguiram, em sua maioria assimilar o conteúdo abordado no encontro.

O Terceiro Encontro - *O Sol: a nossa estrela íntima*

O terceiro encontro - O Sol: a nossa estrela íntima - se deu aos 26 de março de 2018, das 8:00 h às 12:00 h, e teve a participação de 9 inscritos, incluindo os 2 estudantes do Ensino Médio, e 2 ouvintes, totalizando 11 participantes.

O objetivo desta aula era proporcionar aos participantes um conhecimento um pouco mais aprofundado da nossa estrela e ao mesmo tempo, discutir a importância do Sol para a vida aqui na Terra. Desta forma, a fim de alcançarmos tais objetivos, iniciamos o nosso encontro apresentando aos alunos uma situação-problema que retratava a história de um Jovem, chamado João, que da noite para o dia encontra a cidade de São Paulo em caos, em virtude, da falta de energia.

Diante desta situação-problema, solicitamos aos participantes que respondessem, por escrito, de onde vem toda energia para abastecer uma cidade como São Paulo. Ao fazermos este questionamento, buscamos investigar o conhecimento prévio dos alunos acerca da dependência de todas as fontes de energia terrestres em relação à energia solar.

Formuladas as respostas para este questionamento, pedimos que os estudantes as socializassem e de acordo com tais respostas apresentadas podemos observar que apenas dois (2) estudantes conseguiam perceber o Sol como a principal fonte de energia terrestre, os demais associaram as hidrelétricas como a principal. Esta concepção de que as hidrelétricas são a principal fonte de energia era esperada, tendo em vista, que no Brasil estas são a principal fonte de geração de energia elétrica.

A partir destas concepções, explicamos a importância do Sol para a manutenção da vida aqui na Terra e em seguida abordamos as principais características da nossa estrela, conforme o quadro a seguir:

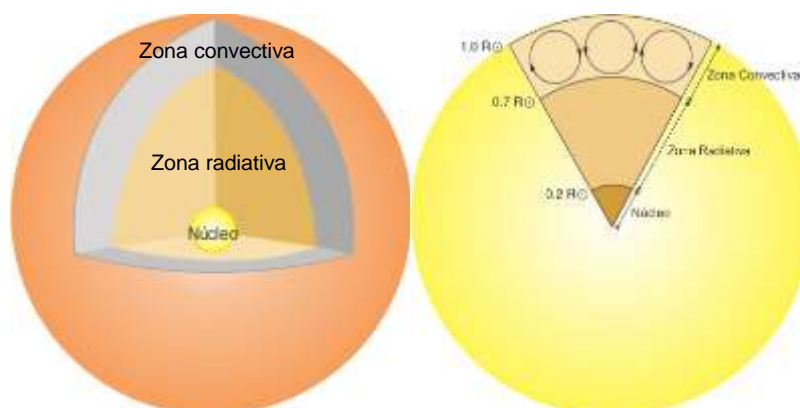
Quadro 16: Principais características do Sol

Massa	$M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$
Raio	$R_{\odot} = 6,960 \times 10^8 \text{ m}$
Distância média da Terra	1 UA = $1,496 \times 10^8 \text{ km}$
Temperatura superficial	$T = 5800 \text{ K}$
Luminosidade	$3,8 \times 10^{26} \text{ J/s.}$
Tipo Espectral	G2
Composição química	Hidrogênio = 91,2 % Hélio = 8,7 % Oxigênio = 0,078 % Carbono = 0,049 %
Período de Rotação Equatorial ²³	25 dias

Fonte: OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014.

Depois de apresentar estas características, explicamos a estrutura do Sol, a começar pelo seu interior. Desta forma, mostramos aos participantes que o interior é composto do Núcleo, Zona Radiativa e Zona Convectiva.

Figura 23: Estrutura interna do Sol em duas perspectivas



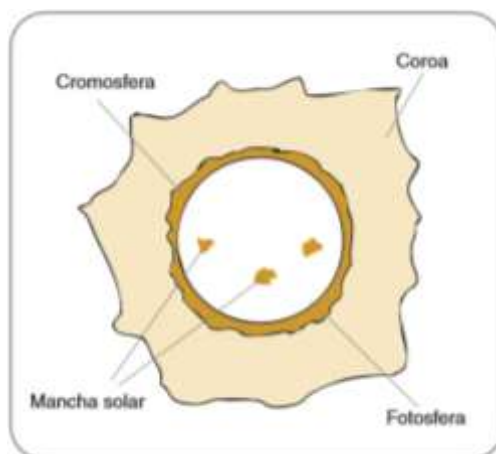
Fonte: Adaptada de CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007c.

²³ O período de rotação do Sol depende da latitude. Nas regiões polares, este período pode durar cerca de 30 dias terrestres (PICAZZIO, 2011).

Ao explicar o interior do Sol objetivamos entender o processo de geração de energia no interior do mesmo, ou seja, o processo de fusão termonuclear. Compreendido o processo de geração de energia no interior do Sol e como esta energia se propaga para as camadas mais externas, explicamos como é composta esta estrutura externa.

Para nos auxiliar nesta explicação utilizamos a figura 24 e posteriormente, explanamos cada uma destas regiões de forma individual, começando pela fotosfera.

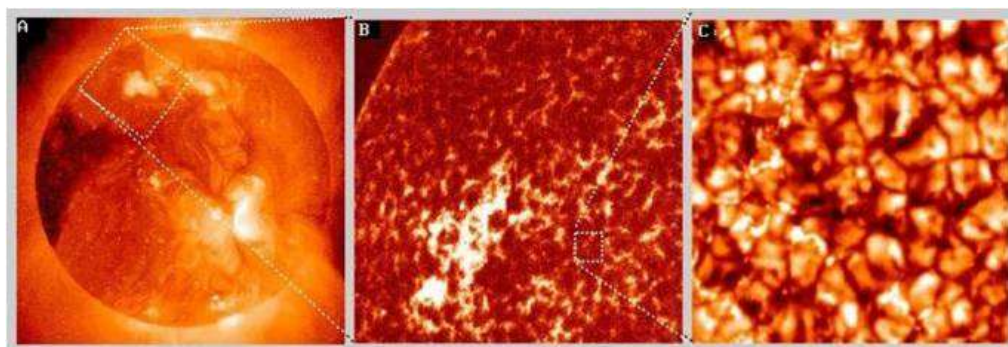
Figura 24: Estrutura externa do Sol, composta pela fotosfera, cromosfera e coroa solar.



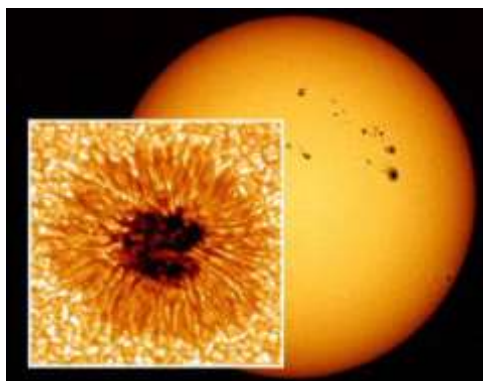
Fonte: CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007c.

Ao fazer esta explanação, mostramos aos alunos que esta região, correspondente à fotosfera, trata-se da camada visível do Sol, onde ocorre o fenômeno de granulação fotosférica (Figura 25) e as manchas solares (Figura 26).

Figura 25: Fenômeno de granulação fotosférica



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/esol/esol.htm>

Figura 26: Manchas Solares

Fonte: <http://comunidadeastronomicachile.blogspot.com/2012/03/imagen-ampliada-de-una-mancha-solar.html>

Para encerrar este momento de explanação sobre a estrutura externa do Sol, explicamos as outras duas regiões que formam a atmosfera solar, a cromosfera e a coroa.

Ao compreender o processo de geração de energia no interior do Sol e como esta se propaga pelo meio interestelar, voltamos a situação-problema da problematização inicial para percebermos a dependência de todas as fontes de energia terrestres em relação à energia solar.

Assim explicamos de forma sucinta a conversão de energia solar nas demais formas de energia terrestres, tais como a energia química, mecânica, hidráulica, solar, eólica e termonuclear.

Para finalizar o momento de organização do conhecimento, realizamos duas atividades experimentais com o objetivo de comparar o tamanho do Sol com o dos planetas (Figura 27); e o tamanho do Sol com o de algumas estrelas (Figura 28). Após estas atividades exibimos um vídeo²⁴, chamado **A Comparação do Tamanho do Universo**, para mostrar o tamanho do Sol e dos planetas do nosso sistema solar, em relação a algumas estrelas da nossa galáxia.

²⁴ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BueCYLvTBso> . Acessado em: 10 de Out.2017

Figura 27: Atividade de comparação entre o tamanho do Sol com o dos planetas. Na primeira imagem (esquerda) observamos o Sol (balão de aniversário) em comparação aos planetas que compõe o nosso sistema solar. Na segunda imagem (direita) observamos uma parte do Sol em relação a mercúrio.



Figura 28: Atividade de comparação entre o tamanho do Sol com o de algumas estrelas da Via Láctea.



Fonte: <https://www.geea.net.br>

Quanto à avaliação, feita no âmbito da aplicação do conhecimento, que visa verificar o conhecimento incorporado pelos alunos no decorrer da aula, disponibilizamos sete (7) questões e pedimos aos participantes que as respondessem de acordo com o seu conhecimento pós-explanação. Ao analisarmos estas respostas verificamos que:

Questão 1 - Como se dá o processo de geração de energia no interior do Sol?

Os estudantes associaram corretamente que esta energia é gerada durante o processo de fusão-termonuclear, onde núcleos de hidrogênio se fundem para formar núcleos de hélio, de modo que durante esse processo uma imensa quantidade de energia é liberada.

Questão 2 - Em quantas partes o Sol é dividido?

Sete participantes responderam corretamente à questão, isto é, o Sol pode ser dividido em duas partes: o interior (Núcleo, Zona radiativa e Zona convectiva) e a atmosfera solar (Fotosfera, Cromosfera e Coroa.); e quatro responderam de forma parcial.

Questão 3 - Quais as regiões existentes no interior do Sol? Descreva brevemente o que ocorre em cada uma delas.

Seis participantes descreveram corretamente cada uma das regiões: Núcleo - é a região onde a energia é produzida, por reações termonucleares; Zona radiativa - a energia gerada pela fusão nuclear é transportada através de ondas eletromagnéticas (fótons), ou seja, radiação; e Zona convectiva - Nela o gás agita-se num movimento circular de subida e descida indo até regiões mais profundas e voltando para próximo da superfície. Três responderam parcialmente e dois não responderam, alegando não se lembrar.

Questão 4 - Em quantas partes se divide a atmosfera solar? Descreva-as.

Sete participantes dividiram corretamente a atmosfera solar, mas não descreveram suas regiões. Dois não responderam e apenas dois estudantes descreveram corretamente as regiões: A fotosfera constitui a base da atmosfera do Sol, trata-se da camada visível do Sol. A cromosfera é uma camada de gás localizada acima da fotosfera. A coroa é a camada final do Sol e só pode ser vista durante um eclipse solar.

Questão 5 - Descreva o fenômeno de granulação fotosférica.

Três estudantes descreveram, equivocadamente, que o fenômeno de granulação fotosférica é a mesma coisa das manchas solares. Esta resposta, talvez, tenha aparecido, em virtude destes dois fatos acontecerem na fotosfera e por este motivo o aluno tenha confundido. Três não responderam; três não apresentaram uma resposta condizente e dois descreveram corretamente: Na granulação, a superfície da fotosfera se assemelha à aparência da superfície de um líquido em ebulição, cheia de bolhas.

Questão 6 - Como são formadas as auroras boreal e austral?

Nove alunos explicaram de forma coerente, que as auroras são formadas a partir da interação entre os ventos solares (fluxo de elétrons e íons positivos que são expulsos da coroa solar em alta velocidade) com o campo magnético da Terra; e dois associaram apenas que este fenômeno ocorre nos polos da Terra.

Questão 7 - Faça um resumo da importância do Sol para a vida na Terra.

De forma sucinta, todos os participantes ressaltaram que o Sol é a principal fonte de energia e de vida.

Ao final desta análise percebemos a existência de algumas lacunas conceituais mesmo após a explanação, o que implica que de alguma forma os participantes não

assimilaram parte do conteúdo abordado, talvez, pela quantidade de informação e os mesmos não terem feito anotações no decorrer da aula.

O Quarto Encontro - *Nascimento, vida e morte das estrelas*

No quarto e último encontro, realizado no dia 02 de abril de 2018, também das 8:00 h às 12:00 h, abordamos o processo evolutivo das estrelas desde o seu nascimento até os seus possíveis estágios finais. Participaram 14 estudantes, sendo 10 licenciandos, 2 alunos do ensino médio e 2 ouvintes.

Assim como nos encontros anteriores, iniciamos o quarto encontro com a problematização inicial composta de 5 questões (Ver SE#04 – APÊNDICE B, p. 168), as quais os alunos deveriam responder por escrito de forma individual e entregá-las ao ministrante para fins avaliativos.

Após a sistematização das respostas por parte dos estudantes e o recolhimento das mesmas, iniciamos a segunda etapa (Organização do conhecimento) com um pequeno vídeo da série ABC da Astronomia sobre o Big Bang²⁵. Após a exibição deste vídeo explicamos o processo de formação de uma estrela nas chamadas nuvens moleculares ou berçário de estrelas e como se dá o seu processo evolutivo depois de formada a proto-estrela.

Em seguida, retornamos ao diagrama HR, explanado no segundo encontro, para entendermos o desenvolvimento de uma estrela na sequência principal e os seus possíveis estágios finais, depois da fase de gigante vermelha. Começamos, portanto, pelo estágio de anã-branca, destino este das estrelas com massas “pequenas”, da ordem da massa do Sol.

Na sequência, visando fazer uma ligação do conteúdo com situações reais que os alunos conhecem ou presenciam, mas que não conseguem interpretar corretamente, porque não dispõem de conhecimentos científicos suficientes, retornamos a questão de problematização número 2:

Uma empresa, fictícia, de creme dental investiu em uma propaganda intitulada: Dentol, O Creme Dental das Estrelas. Com o objetivo de convencer os seus clientes a respeito desta afirmação, a empresa utilizou o seguinte argumento:

“Você já parou para verificar a quantidade de flúor presente em seu creme dental? Não? Então escolha o melhor, Dentol. O único creme dental do mercado que possui a quantidade de flúor necessária para uma boca mais limpa. De onde vem o flúor? O flúor que é

²⁵ Disponível em: <https://www.tvescola.com.br> . Acessado em: 10 de Out.2017

encontrado nos cremes dentais vem das estrelas que morreram a bilhões de anos em nossa galáxia. Então use o creme dental Dentol e sinta-se como uma estrela.”

O que você diria desta afirmação? Existe alguma relação entre o flúor utilizado no creme dental com as estrelas ou isto é apenas marketing? Justifique

Ao abordar esta situação-problema procuramos investigar se os participantes conseguiam relacionar a formação dos elementos químicos encontrados aqui na Terra com o processo evolutivo das estrelas e de acordo com as respostas apresentadas, observamos que apenas 3 participantes conseguiram fazer, mesmo que de forma superficial, esta relação.

Depois deste momento de socialização, descrevemos o processo de formação dos elementos químicos durante o processo evolutivo da estrela e consequentemente, como estes são disseminados pelo meio interestelar, a partir do estágio de supernova.

Dando continuidade na explanação do conteúdo, explicamos os possíveis estágios finais das estrelas massivas e fizemos um resumo evolutivo das estrelas em função da massa, como mostra a figura 29:

Figura 29: Resumo evolutivo das estrelas em função da massa

Massa Inicial (M_{\odot})	Objeto Compacto	Massa Final
até $10 M_{\odot}$	Anã-Branca	Menor que $1,4 M_{\odot}$
10 a $25 M_{\odot}$	Estrela de Nêutrons	$1,4 M_{\odot}$
acima de $25 M_{\odot}$	Buraco Negro	5 a $13 M_{\odot}$
Massa (M_{\odot})	Evolução	Final
até 0,08	não funde H	anã-marrom
0,08 a 0,5	funde H	anã-branca de He
0,5 a 10	funde H e He	anã-branca de C e O
11 a 100	funde H, He, C, Ne, O, Si	estrela de nêutrons ou buraco negro
acima de 100	criação de pares, SN	desintegração total ou buraco negro

Fonte: PICAZZIO, 2011.

No que diz respeito à aplicação do conhecimento, retornamos as questões da problematização inicial, a fim de avaliarmos a concepção dos participantes após a explanação do conteúdo. O quadro 17 apresenta as respostas apresentadas, antes e depois da explicação do conteúdo para cada Questão. Para uma melhor organização e análise das respostas criamos 4 categorias de resposta:

I. O participante não sabe explicar ou não respondeu (NR)

II. O conhecimento prévio apresentado não é condizente com o conceito científico da área (NC)

III. O conhecimento prévio apresentado é parcialmente condizente com o conhecimento científico (PC)

IV. O conhecimento prévio apresentado é condizente com o conceito abordado na literatura da área (CC)

Quadro 17: Comparação entre as respostas apresentadas na Problemática Inicial e na Aplicação do Conhecimento

	Problemática Inicial		Aplicação do conhecimento	
	<i>Tipo de Resposta</i>	<i>Quantidade</i>	<i>Tipo de Resposta</i>	<i>Quantidade</i>
Questão 1	NR	4	NR	-
	NC	2	NC	-
	PC	5	PC	6
	CC	3	CC	8
Questão 2	NR	7	NR	-
	NC	4	NC	3
	PC	2	PC	6
	CC	1	CC	5
Questão 3	NR	3	NR	-
	NC	5	NC	2
	PC	5	PC	4
	CC	1	CC	8
Questão 4	NR	10	NR	1
	NC	-	NC	-
	PC	2	PC	6
	CC	2	CC	7
Questão 5	NR	4	NR	-
	NC	3	NC	2
	PC	3	PC	3
	CC	4	CC	9

Ao analisarmos estas respostas o que vemos é:

Questão 1 - Na questão 1 (Como nasce uma estrela?) observamos antes da explanação do conteúdo que apenas 3 participantes apresentavam uma resposta condizente (CC) com a literatura (Ver Seção 4.4, p.49-50), depois da explanação, esse número sobe para 8. Observamos ainda que nenhum aluno ficou sem responder (NR) ou apresentou uma resposta que não condiz (NC), isto significa que de certa forma o conteúdo foi incorporado pelos alunos.

Questão 2 – Na questão 2, buscamos investigar se os participantes conseguiam visualizar alguma relação entre os elementos químicos encontrados aqui na Terra com as estrelas. O que constatamos antes e pós-explicação foi que durante a problematização inicial sete alunos não responderam (NR), quatro apresentaram uma resposta que se distância totalmente do

conhecimento científico (NC), dois ainda apresentaram elementos que condiz (PC) e apenas um apresentou um conhecimento totalmente condizente (CC) com a literatura da área (Ver seção 4.4, p.51). Se compararmos estes números com as resposta dada na Aplicação do Conhecimento, vemos: uma diminuição no número de alunos que não responderam ou que no momento inicial não apresentaram uma resposta condizente; e um aumento no número de respostas condizente e parcialmente condizente, isto implica dizer que boa parte dos alunos assimilaram corretamente o conteúdo abordado.

Questão 3 - Na questão 3, sobre o ciclo evolutivo das estrelas, o que observamos é que durante a problematização inicial apenas um estudante apresentou um conhecimento condizente (CC) (Ver questão 9 da pesquisa de campo, p.76). A maioria não apresentou resposta ou sua resposta difere da literatura. Ao contrário, na Aplicação do Conhecimento a maioria apresentou um conhecimento totalmente condizente. Desta observação podemos inferir que grande parte dos alunos absorveram o conteúdo de forma coerente com a literatura.

Questão 4 - Na questão 4 (O que é uma Supernova) das respostas apresentada antes da explicação apenas duas encontravam-se coerente com o conhecimento científico (CC) (Ver seção 4.4, p.51), a maioria, por sua vez, não respondeu a questão (NR). Já na Aplicação do Conhecimento, o que vemos é que a maioria apresentou uma resposta entre condizente (CC) ou parcialmente condizente (PC). Isto quer dizer que a maioria apresentou em sua resposta elementos coerente com conhecimento científico em Astronomia ou que se aproximam deste, o que nos leva a deduzir que dos alunos participantes, boa parte assimilou o conteúdo de alguma forma.

Questão 5 - Na questão 5 (Os buracos negros são buracos no espaço? Justifique) o que observamos depois da explanação (Aplicação do Conhecimento) é que a maioria dos alunos responderam à questão corretamente (CC). No entanto, alguns alunos apresentaram um conhecimento totalmente divergente da literatura mesmo após a explicação do conteúdo. Um aluno, por exemplo, considerou que os buracos negros são verdadeiros buracos no espaço que são provocados devido o lixo tóxico presente no espaço.

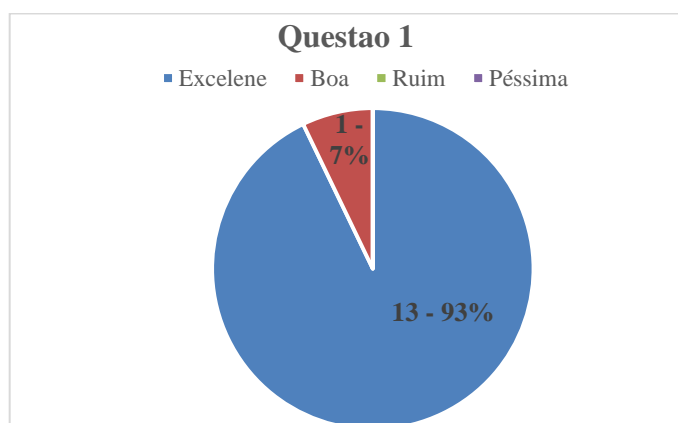
Em suma, mesmo com algumas poucas respostas divergentes, o que podemos inferir ao final desta sequência é que a maioria dos alunos conseguiu assimilar o conteúdo abordado durante a aula.

Por fim, pedimos que os alunos avaliassem o curso, de acordo com as seguintes questões:

Como você avalia:			
1. A metodologia adotada no curso			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
2. A utilização dos recursos didáticos			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
3. Adequação das atividades desenvolvidas			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
4. A clareza, o domínio e a segurança na exposição dos conteúdos por parte do ministrante			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
5. Articulação entre teoria e prática			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
6. A Carga horária do curso foi			
() Adequada	() Escassa	() Excessiva	
7. A sua avaliação sobre o seu desempenho pessoal			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
8. A viabilidade de se aplicar este material no Ensino Médio			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima

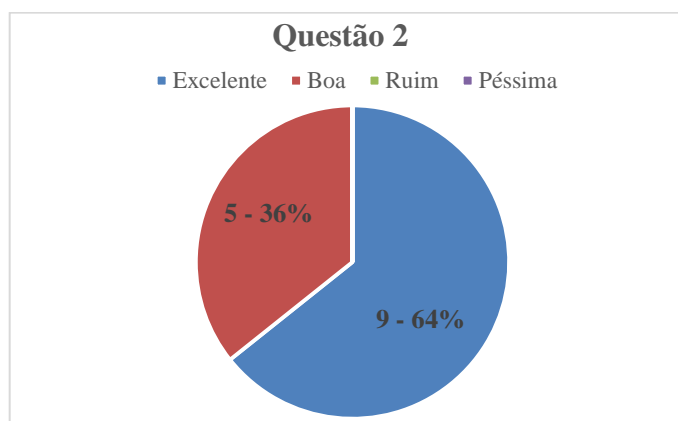
Na questão 1 procuramos verificar como os participantes avaliavam a metodologia adotada no curso e o que observamos é que 13, dos 14 participantes, consideraram a metodologia excelente e um considerou boa, como vemos no gráfico a seguir:

Gráfico 14: Respostas dos alunos participantes à Questão 1 da avaliação do curso.



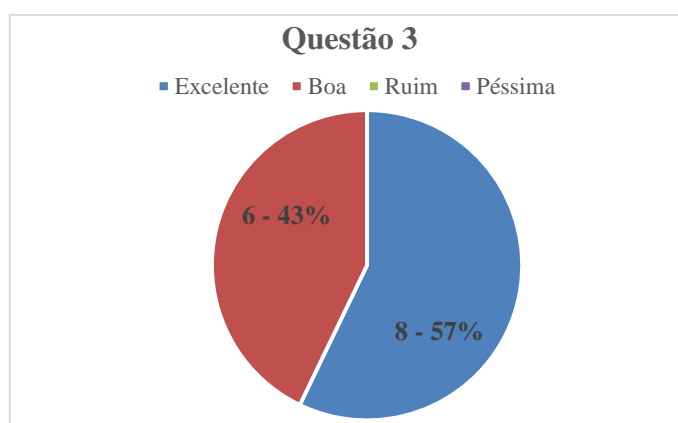
Na Questão 2, Quanto à utilização dos recursos didáticos (Projetor Multimídia, simuladores, experimentos), o que observamos é que a maioria (9) considerou como excelente e o restante como boa.

Gráfico 15: Respostas dos alunos participantes à Questão 2 da avaliação do curso.



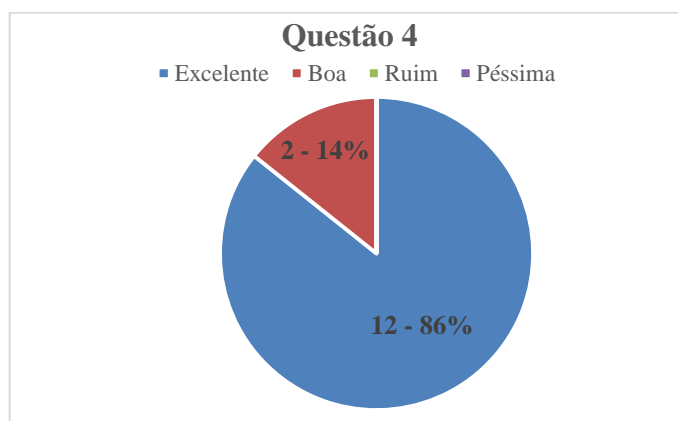
Na Questão 3, procuramos avaliar se as atividades desenvolvidas durante o curso estavam adequadas com o nível de escolaridade que se pretendia aplicá-las, ou seja, com a Educação Básica. Ao avaliarmos as respostas observamos que 8 participantes consideraram as atividades totalmente adequadas à Educação Básica e 6 consideraram as atividades boas.

Gráfico 16: Respostas dos alunos participantes à Questão 3 da avaliação do curso.



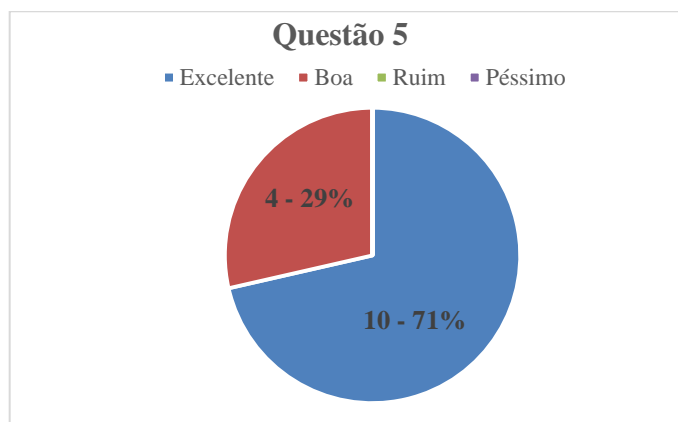
A Questão 4 objetivava avaliar a clareza, o domínio e a segurança na exposição dos conteúdos por parte do ministrante. A maioria dos estudantes considerou excelente e dois consideraram boa, o que implica, de forma, geral que a desenvoltura do ministrante foi positiva frente à exposição dos conteúdos.

Gráfico 17: Respostas dos alunos participantes à Questão 4 da avaliação do curso.



Procuramos também avaliar a articulação entre teoria e prática (Questão 5), isto é, os conteúdos ministrados estavam de acordo com os experimentos apresentados e vice-versa? Ao analisarmos as respostas verificamos que 10 alunos consideraram excelente esta articulação, o que quer dizer que as atividades práticas proporcionaram um contato mais direto com os fenômenos físicos presentes em cada encontro. Os demais avaliaram como boa, como observamos no gráfico 18.

Gráfico 18: Respostas dos alunos participantes à Questão 5 da avaliação do curso.



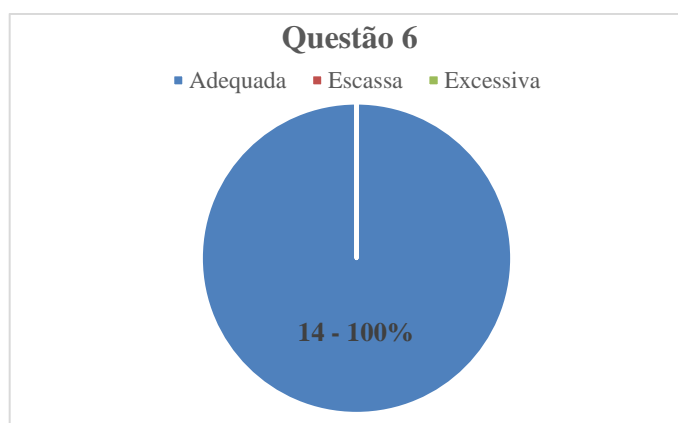
A questão 6 visou avaliar a carga horária do curso. Diferentemente das questões anteriores esta questão possuía as seguintes opções: Adequada; Escassa; Excessiva. Ao avaliarmos as respostas percebemos que todos os participantes consideraram a carga horária adequada com os objetivos proposto por cada sequência como nos mostra o gráfico 19. No entanto, alguns comentários sugeriram ao final da ficha de avaliação a respeito, tais como:

Comentário 1: “A temática foi bem esclarecida, trabalhada com facilidade, porém se tivesse uma carga horária maior facilitaria a assimilação do conteúdo”.

Comentário 2: “Minha sugestão é que o curso tivesse mais dias de duração”.

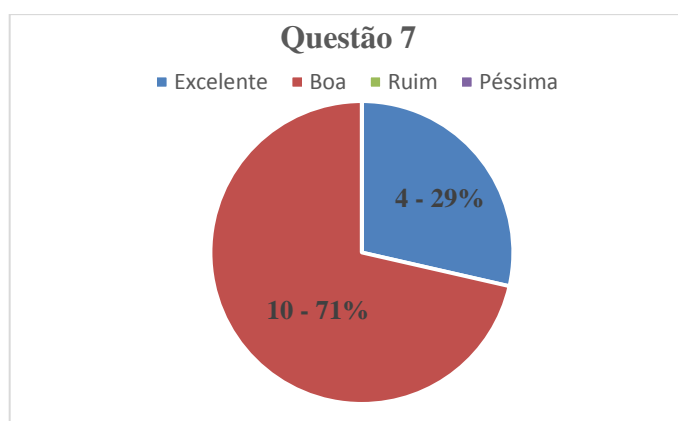
Ao apresentar estes comentários os alunos demonstraram a necessidade de uma carga horária maior para o curso, o que no nosso ver também seria o ideal, tendo em vista, a profundidade dos conteúdos, porém como consta no objetivo geral desta dissertação, a nossa proposta era oferecer um subsídio teórico e metodológico para estes licenciandos que lhes permitissem desmitificar alguns conteúdos que estão mais intrínsecos com os objetivos da Educação Básica.

Gráfico 19: Respostas dos alunos participantes à Questão 6 da avaliação do curso.



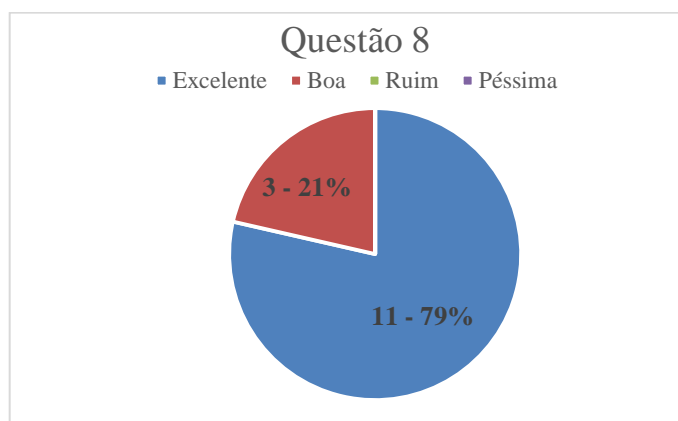
Na questão 7 procuramos avaliar como os participantes se auto avaliavam no decorrer do curso e o que observamos é que a maioria considera o seu desempenho como bom, o que de forma geral vai de encontro com as análises que fizemos durante as sequências de ensino através da Aplicação do Conteúdo.

Gráfico 19: Respostas dos alunos participantes à Questão 7 da avaliação do curso.



Na última questão procuramos avaliar a viabilidade de se aplicar este material no Ensino médio e o que vemos é que 11 participantes consideraram viável a aplicação deste material no Ensino Médio, inclusive os alunos desta etapa de ensino que estavam participando.

Gráfico 20: Respostas dos alunos participantes à Questão 8 da avaliação do curso.



Quanto aos comentários, críticas e sugestões que surgiram ao final da avaliação, um se mostrou divergente à proposta do curso, que era fornecer subsidio teórico e metodológico aos futuros docentes:

Comentário 3: “Sugiro não realizar atividades práticas durante o curso. Apresentar o conhecimento é suficiente, pois o curso é voltado para professores. O tempo seria melhor aproveitado se as práticas fossem apenas sugeridas e não realizadas”.

Quanto a este comentário, as pesquisas apontam que cursos calcados unicamente em conteúdos não garantem mudanças significativas nas práticas docentes, enquanto que cursos centrados em questões metodológicas da sala de aula podem contribuir mais efetivamente para isso (LEITE et al, 2014). Por esse motivo, a utilização de atividades práticas se torna imprescindível em um curso como este.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao “final” desta pesquisa, desenvolvida com os Licenciandos do Curso de Física, do IFRN, Campus Caicó, observamos, a partir das lacunas conceituais deixadas pela Educação Básica, o quanto nossas escolas têm falhado em fornecer aos cidadãos conhecimentos básicos em Astronomia. Esta carência se justifica pelo fato destes conteúdos terem se tornado cada vez mais rarefeito no Ensino fundamental e médio (LANGHI; NARDI, 2012).

Por este motivo, muitos alunos, inclusive aqueles classificados como “bons” durante a Educação Básica, chegam à graduação com um déficit enorme em conhecimentos astronômicos que são pertinentes a sua formação. Segundo Langhi e Nardi (2012), diversas pesquisas apontam que esta carência, na maioria dos casos, não é suprida durante a formação de professores, pelo fato da mesma não estar contemplando adequadamente a inclusão de conteúdos que dizem respeito à Educação em Astronomia. Fato este observado, também, nesta dissertação.

Diante desta constatação, vimos, em um contexto geral, que a implementação das Sequências de Ensino se mostrou bastante produtiva quanto ao seu objetivo que era promover a difusão dos conhecimentos astronômicos na Educação Básica, principalmente, no que diz respeito às Estrelas, entre os Licenciandos (Professores em formação inicial) do curso de Licenciatura em Física do IFRN, Campus Caicó.

Além disso, o curso de extensão se mostrou de grande valia para os participantes, tendo em vista, que a maioria dos eventos e cursos na área de Educação em Astronomia acontece em regiões distantes do local em que a pesquisa foi desenvolvida. A respeito disso um aluno destaca:

Comentário 4: “Parabéns por todo o ministrado das aulas e pelas atividades práticas. Temos a maior parte dos eventos e cursos longe, cursos como este em nossa realidade enriquecerá mais ainda nossa formação. Sugiro, portanto, realizar outras atividades e cursos na área de ciências naturais na nossa realidade”.

Este comentário mostra a necessidade da interiorização de atividades como esta.

Apesar destes aspectos positivos, temos a consciência que um curso de extensão de 16 horas aulas possui suas limitações, a começar pela própria carga horária. Ou seja, diante da complexidade do conteúdo era necessária, sem dúvida, uma carga horária maior, pois um curso como este, não é suficiente para suprir todas as necessidades formativas dos futuros

professores com relação ao ensino da Astronomia. Isto porque a mudança de concepção não acontece do dia para noite. Como vimos durante a realização do curso algumas concepções estão tão enraizadas, que mesmo após a explanação do conteúdo, elas não foram modificadas.

Assim, ao final do curso de extensão mostramos aos participantes a necessidade que temos de continuarmos o nosso processo formativo, pois nos encontramos em um contínuo processo de formação que não termina aqui. Por esse motivo aproveitamos a ocasião para divulgar o programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM), o qual fazemos parte.

Além disso, diante da carência formativa e das fontes de consulta apresentada na sondagem inicial (Quadro 15) sugerimos alguns materiais que poderão auxiliar estes participantes em sua trajetória docente:

➤ Livros

- Aprendendo a ler o Céu: Um pequeno guia prático para a Astronomia Observacional (LANGHI, 2016);
- Astronomia e astrofísica (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2013);
- (Re)descobrimos a Astronomia (CANIATO, 2013);
- Educação em Astronomia: Repensando a formação de professores (LANGHI; NARDI, 2012);
- O Céu (CANIATO, 2011);
- O Céu que nos envolve: Introdução à Astronomia para Educadores e Iniciantes (PICAZZIO, 2011);
- Coleção Explorando o Ensino Volume 11: Astronomia (NOGUEIRA; CANALLE, 2009)

➤ Sites

- *Homepage* do professor Langhi: <https://sites.google.com/site/proflanghi/home>;
- Banco de teses e dissertações sobre Educação em Astronomia: <http://www.btdea.ufscar.br/inicio>;
- Olimpíada Brasileira de Astronomia: <http://www.oba.org.br/>;
- Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea>

A respeito desta iniciativa um participante fez o seguinte comentário:

Comentário 5: Achei bastante interessante a indicação de livros e a ligação de assuntos de Física que pode ser abordado na Educação Básica relacionado com à Astronomia.

Esta pesquisa nos mostrou ainda a necessidade de uma mudança no próprio currículo do Curso de Licenciatura em Física do IFRN, Campus Caicó, no que diz respeito à Educação em Astronomia como um todo, a começar pela relevância que esta tem no próprio curso, pois como observamos na pesquisa de campo, a mesma se encontra no rol das disciplinas tidas como optativas, o que implica que nem todos os futuros professores terão em sua formação inicial um mínimo de conhecimento para lecionar conteúdos de Astronomia na Educação Básica.

Este fato não se remete apenas a realidade local. Em um estudo realizado por Bretones (1999), dos 70 cursos de Física existente no país, 22 ofereciam disciplinas específicas de Astronomia e apenas sete (31,81%) cursos estabeleciam obrigatoriedade dessa disciplina na licenciatura. Em uma pesquisa mais recente, Roberto Junior, Reis e Germinaro (2014) constataram que dos 132 cursos de Licenciatura em Física que fizeram o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes (ENADE), em 2011, apenas 20 deles estabeleciam a disciplina de Astronomia como obrigatória, o que representa 15% do total.

Roberto Junior, Reis e Germinaro (2014) apresentam ainda que 70 cursos (53%) não possuem sequer a disciplina de Astronomia na sua estrutura curricular, nem mesmo como optativa. Se compararmos os dados apresentados por Bretones (1999) com os de Roberto Junior, Reis e Germinaro (2014), o que vemos, em termos percentuais, é uma redução de mais de 50% da obrigatoriedade do Ensino de Astronomia nos cursos de formação inicial.

Estes dados sugerem, portanto, a necessidade de uma ação nacional. Segundo Langhi e Nardi (2009), esta ação estaria apoiada em um tripé formado pela comunidade científica (astrônomos profissionais e pesquisadores em ensino de Astronomia, com seus órgãos e sociedades), comunidade astronômica semiprofissional (amadores, com seus clubes) e comunidade escolar (professores e alunos e seu entorno).

A articulação entre estas instâncias promoveria futuras discussões visando mudanças ativistas na estrutura curricular, de forma a proporcionar mais efetivamente a educação em Astronomia na formação inicial e continuada de professores, bem como na Educação Básica. Sendo que os resultados das pesquisas sobre educação em astronomia cimentaria a base desta articulação (LANGHI; NARDI, 2009).

Outro fator que observamos e que merece mudança são os conteúdos programáticos da disciplina de Astronomia Observacional que é ofertada no IFRN, Campus Caicó. Como vimos na pesquisa de Campo, a ementa do curso só apresenta cinco tópicos: O sistema solar; Curiosidades da Astronomia; Instrumentos óticos de observação; Orientação noturna pelas estrelas; e Distâncias no cosmos.

Diante dos tópicos apresentados, notamos a ausência de conteúdos tidos como essenciais à formação inicial (BRETONES, 1999) (BRETONES, 2006) (LANGHI; NARDI, 2012), tais como: História da Astronomia; Mecânica celeste, Sistema Sol-Terra-Lua (Eclipses; Fases da lua; Marés, Estações do ano); e o próprio objeto de estudo desta pesquisa, Estrelas.

Mas quais são os conteúdos que devem ser ensinados em curso de formação inicial? Baseando-se nas propostas oficiais para educação brasileira e nos resultados apresentados em diversas pesquisas da área, Bretones (2006) sugere os seguintes conteúdos:

- História da Astronomia
- Astronomia de Posição
- Instrumentos óticos
- Sistema Sol-Terra-Lua
- Sistema Solar
- Estrelas
- Galáxias
- Cosmologia
- Ensino de Astronomia

Por fim, queremos ressaltar a discrepância detectada entre a proposta acima, advinda da comunidade da área, e a versão atual da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Médio, ainda em discussão no âmbito do Conselho Nacional de Educação (CNE). Tal versão, como já mencionamos na Seção 2.4 (p. 37), é deficiente em conteúdos e escassa em competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos alunos.

Ademais, os resultados apresentados nesta pesquisa demonstram a deficiência que o ensino de Astronomia apresenta desde a Educação Básica e que se segue durante a formação inicial, desta forma, o conjunto de sequências de ensino aqui proposto se mostrou muito satisfatório na tentativa, embora isolada, de uma melhoria significativa na forma como os conceitos astronômicos são abordados e estudados no decorrer da graduação, como é o caso das Estrelas.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Etnografia da prática escolar**. São Paulo: Papirus, 1995.

ALMEIDA JUNIOR, João Baptista de. **A evolução do ensino de Física no Brasil**. São Paulo: UNICAMP, 1979. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf>> Acesso em: 02 abr. 2017.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luis Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2009.

BRASIL. Decreto de 15 de outubro de 1827. Crêa um Observatorio Astronomico. **Câmara dos Deputados**. Coleção de Leis do Império do Brasil. v. 1. n.65. Rio de Janeiro: 1827.

BRASIL. Decreto de 2 de dezembro de 1837. Convertendo o Seminario de S. Joaquim em collegio de instrucção secundaria, com a denominação de Collegio de Pedro II, e outras disposições. **Câmara dos Deputados**. Coleção de Leis do Império do Brasil. v. 1. n. 59. Rio de Janeiro: 1837.

BRASIL. Regulamento nº 8 de 31 de Janeiro de 1838. Contém os Estatutos para o Collegio de Pedro Segundo. **Câmara dos Deputados**. Coleção de Leis do Império do Brasil. v. 1. n. 61. Rio de Janeiro: 1838.

BRASIL. Decreto nº 62, de 1º de Fevereiro de 1841. Altera algumas das disposições do Regulamento N.º 8 de 31 de Janeiro de 1838, que contém os Estatutos do Collegio de Pedro Segundo. **Câmara dos Deputados**. Coleção de Leis do Império do Brasil. v. 1. n. 13. Rio de Janeiro: 1841.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais - Terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental: Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

BRASIL. **Plano Nacional de Educação 2014-2024**: Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014, que aprova o Plano Nacional de Educação (PNE) e dá outras providências. Brasília : Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: 1ª versão. Brasília: MEC/SEB, 2015a.

BRASIL. **Resolução nº 2, de 1º de julho de 2015**. Define as Diretrizes Curriculares Nacionais para a formação inicial em nível superior (cursos de licenciatura, cursos de formação pedagógica para graduados e cursos de segunda licenciatura) e para a formação continuada. Brasília: CNE, 2015b.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: 2ª versão. Brasília: MEC/SEB, 2016.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: 3ª versão: Educação Infantil e o Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEB, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**: 3ª versão: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB, 2018.

BRETONES, Paulo Sergio. **Disciplinas introdutórias de Astronomia nos cursos superiores no Brasil**. 1999. 200 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP: 1999.

BRETONES, Paulo Sergio. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 252 f. Tese (doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, SP: 2006.

BRETONES, Paulo Sergio. Banco de teses e dissertações sobre educação em Astronomia: implantação, dificuldades e possíveis contribuições. In: I Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. **Anais**. Rio de Janeiro, RJ: SNEF, 2011.

BRETONES, Paulo S.: O que é Astronomia? Universidade Federal de São Carlos. São Paulo, 2013. Disponível em <http://www.erea.ufscar.br/?q=noticia/o-que-%C3%A9-astronomia>; Acesso em: 25 de set. 2017

BRETONES, Paulo Sergio. **Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia**. São Carlos, SP: UFSCar, 2017. Disponível em: <<http://www.btdea.ufscar.br/inicio>> Acessado em: 06 de jun. de 2017.

BRETONES, Paulo Sergio; MEGID NETO, Jorge. Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. **Investigação qualitativa em Educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.

BUFFON, Alessandra Daniela. **O ensino de Astronomia no Ensino Fundamental: percepção e saberes docentes para a formação de professores**. 2016. 147f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá/PR: UEM, 2016.

CAMPOS, José Adolfo S. de. Ensino superior de Astronomia: O Observatório do Valongo e a história do ensino superior de Astronomia no Rio de Janeiro. In: MATSUURA, Oscar T. (org.). **História da Astronomia no Brasil**: Volume I. Recife: Cepe, 2014.

CANIATO, Rodolfo. **Um projeto Brasileiro para o Ensino de Física**. 1973. 576 f. Tese (doutorado) Faculdade de Ciências e Letras de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, SP: UNESP, 1973.

CANIATO, Rodolfo. **O céu**. Campinas, SP: Editora Átomo, 2011.

CANIATO, Rodolfo. **(Re)descobrimos a Astronomia**. 2. ed. Campinas, SP: Editora Átomo, 2013.

CAPELATO, Hugo Vicente. Estrelas. In: MILONE, André de Castro *et al.* **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. André de Castro Milone; Carlos Alexandre Wuensche; Cláudia Vilega Rodrigues; Francisco José Jablonski; Hugo Vicente Capelato; José Williams Vilas-Boas; José Roberto Cecatto Thyrsos Villela Neto. São José dos Campos: INPE, 2003.

CAPOZZOLI, Ulisses. Uma pré-história do céu. In: PICAZZIO, Enos (Ed.). **O céu que nos envolve**: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: Odysseus Editora, 2011.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: Contemplando o céu. Natal, RN: EDUFRN, 2007a.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: Vida e morte das estrelas. Natal, RN: EDUFRN, 2007b.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: O Sol. Natal, RN: EDUFRN, 2007c.

CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos**. 5. ed. São Paulo: Moderna, 1994.

DAMINELLI, Augusto; STEINER, João. **O Fascínio do Universo**. Augusto Daminelli; João Steiner. São Paulo: Odysseus, 2010.

DARROZ, Luiz Marcelo *et al.* Evolução dos Conceitos de Astronomia no Decorrer da Educação Básica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 17, p. 107-121, 2014.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André Peres. **Física**. Demétrio Delizoicov; José André Peres Angotti; colaboração Alice Campos Pierson. São Paulo: Cortez, 1992.

DIAS, Claudio André C. M.; RITA, Josué R. Santa. Inserção da Astronomia como Disciplina Curricular do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 6, p. 55-65, 2008.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da Pesquisa Científica**. UECE: Centro de Educação, 2002.

FONTAINE, G. et al. An overview of white dwarf stars. **EDP Sciences**, Les Ulis, v. 43, n. 05001, mar. 2013. Disponível em: < <https://doi.org/10.1051/epjconf/20134305001> > Acesso em: 02 Jul. 2018.

FRANCA, S.J., Leonel. **O método pedagógico dos jesuítas: o Ratio Studiorum: Introdução e Tradução**. Rio de Janeiro: Livraria Agir Editora, 1952.

FRIANÇA, Amâncio. A unidade do saber nos céus da Astronomia medieval. In: **Trivium e Quadrivium na Idade Média**. Amâncio França; et al. Coordenação: Lênia Márcia Mongelli. Cotia, SP: Ibís, 1999, p. 280-329.

FRÓES, André Luís Delvas. Astronomia, Astrofísica e Cosmologia para o Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 3504, 2014.

GERHARDT, Tatiana Engel et al. Estrutura do projeto de pesquisa. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs.). **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil, UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. Antônio Carlos Gil. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. Antônio Carlos Gil. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GUIMARÃES, Manoel Ferreira de Araújo. **Elementos de Astronomia para uso dos alunos da Real Academia Militar**. Rio de Janeiro: Impressam Regia: 1814. Disponível em: < <https://archive.org/details/elementosdeastro00guim> > Acesso em: 17 mar. 2017.

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

HORVATH, J.E. Uma proposta para o ensino da Astronomia e Astrofísica estelares no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 4501, 2013.

HOSOUME, Yassuko; LEITE, Cristina; DEL CARLO, Sandra. Ensino de Astronomia no Brasil – 1850 a 1951 – um olhar pelo Colégio Pedro II. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.12, n.02, p.189-204, mai/ago, 2010.

IACHEL, Gustavo. O Conhecimento Prévio de Alunos do Ensino Médio sobre Estrelas. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 12, p. 7-29, 2011.

IFRN, **Projeto Pedagógico do Curso Superior de Licenciatura em Física na modalidade Presencial**. Natal: IFRN, 2012. Disponível em: <http://portal.ifrn.edu.br/campus/caico/ensino/cursos-teste/cursos-de-graduacao/licenciatura-em-fisica>. Acessado em: 07 Jul. 2017.

JEWETT JUNIOR, John W; SERWAY, Raymond A. **Física para cientistas e engenheiros, volume 4:** Luz, Óptica e Física Moderna. Tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Roberto Grandini. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

KANTOR, Carlos Aparecido. **A Ciência do Céu:** Uma Proposta para o Ensino Médio. 2001. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Instituto de Física – Departamento de Física Experimental, São Paulo, 2001.

KLAJN, Susana. **Física: a vilã da escola.** Passo Fundo: UPF, 2002.

LANGHI, Rodolfo. **Um estudo exploratório para a inserção da astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino fundamental.** 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru: 2004.

LANGHI, Rodolfo. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** v. 24, p. 87-111, abr. 2007.

LANGHI, Rodolfo. Educação em Astronomia: Da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física.** v. 28, n. 2: p. 373-399, ago. 2011.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** v. 31, n. 4, 4402, 2009.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia:** Repensando a Formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências,** Rio de Janeiro, v. 14, n.3, set./dez. 2014.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o Céu:** Pequeno guia prático para a Astronomia Observacional. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

LEITE, Cristina et al. Astronomia na Educação Básica: O ensino de Astronomia no Brasil Colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores. In: MATSUURA, Oscar T. (org.). **História da Astronomia no Brasil:** Volume I. Recife: Cepe, 2014.

LONGHINI, Marcos Daniel. Será o Cruzeiro do Sul uma Cruz? Um novo olhar sobre as constelações e seu significado. **Física na Escola,** v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a05.pdf>>. Acesso em: 10 Set. 2017.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A. **Pesquisa Em Educação:** Abordagens Qualitativas. 2 ed. Rio de Janeiro: EPU, 2013.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O Universo**: Teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Editora Moderna, 1994. Disponível em: <<http://www.ghc.usp.br/Universo/>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

MELLO, Daniel R.C. Aprendendo Física com as estrelas binárias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 36, n. 3, 3307, 2014.

MILONE, André de Castro. A Astronomia no dia-a-dia. In: MILONE, André de Castro *et al.* **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. André de Castro Milone; Carlos Alexandre Wuensche; Cláudia Vilega Rodrigues; Francisco José Jablonski; Hugo Vicente Capelato; José Williams Vilas-Boas; José Roberto Cecatto Thyrsos Villela Neto. São José dos Campos: INPE, 2003.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia**: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.

NUÑES, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite. A formação continuada dos professores que ensinam Ciências Naturais: pressupostos e estratégias. In: JÓFILI, Zélia; ALMEIDA, Argus Vasconcelos de (Orgs.). **Ensino de Biologia, Meio Ambiente e Cidadania**: olhares que se cruzam. 2 ed. Recife: UFRPE: Sociedade Brasileira de Ensino de Biologia/Regional 5, 2010.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e astrofísica**. Kepler de Souza Oliveira Filho; Maria de Fátima Oliveira Saraiva. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2014.

PICAZZIO, Enos (Org.). **O céu que nos envolve**: Introdução à astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: Odysseus Editora, 2011.

PIRES, Antônio S. T. **Evolução das ideias da Física**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

REMBOLD, Sandro Barboza. **Tópicos especiais em Física**: Astronomia – EAD; módulo 3, volume 4, Ilhéus, BA: UAB /UESC, 2011.

RIBEIRO, Raimunda Porfírio; NUÑEZ, Isauro Beltrán. A aprendizagem significativa e o Ensino de Ciências Naturais. In: NUÑEZ, Isauro Beltrán; RAMALHO, Betânia Leite. **Fundamentos do Ensino-Aprendizagem das Ciências Naturais e da Matemática**: o Novo Ensino Médio. Isauro Beltrán Nuñez e Betânia Leite Ramalho (orgs.). Porto Alegre: Sulina, 2004.

ROBERTO JUNIOR, Artur Justiniano; REIS, Thiago Henrique; GERMINARO, Daniel dos Reis. Disciplinas e professores de Astronomia nos cursos de Licenciatura em Física das Universidades Brasileiras. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 18, p. 89-101, 2014.

SILVEIRA Denise Tolfo; CÓRDOVA Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (orgs.). **Métodos de pesquisa**. Universidade Aberta do Brasil, UAB/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

WEINER, Adam. Make A Wish: Popular Science looks at the science of shooting stars. **Popular Science**, nov, 2008. Disponível em: <<https://www.popsoci.com/military-aviation-amp-space/article/2008-11/make-wish>> Acesso em: 02 Jul. 2018.

APÊNDICE A - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOBRE O ENSINO DE ASTRONOMIA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOBRE O ENSINO DE ASTRONOMIA

Instituição de Ensino: _____

Curso: _____ Período Letivo: _____

1. O que é Astronomia?

2. Ao longo de toda a sua Educação Básica (Níveis Fundamental e Médio), você teve oportunidade de estudar Astronomia, seja em que disciplina tenha sido (por exemplo, Ciências, Física, Geografia etc.)?

() Sim () Não

3. Como futuro professor ou professora, você vê a necessidade de se trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica? Justifique.

4. Você saberia conceituar o que são as estrelas do universo e de que são formadas? Em caso afirmativo, escreva aqui a sua versão desse conceito:

5. O que você explicaria sobre a forma das estrelas? (Se necessário, desenhe)

Explicação	Desenho
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	
<hr/>	

6. Você saberia dizer qual a estrela mais próxima da Terra?

7. Em uma noite estrelada e sem ajuda de instrumentos ópticos (Luneta, Telescópio etc.) você saberia identificar/ distinguir entre uma estrela e um planeta? Em caso afirmativo, explique como.

8. Você saberia explicar por que diferentes estrelas apresentam diferentes brilhos e diferentes cores?

9. O que você sabe sobre o tempo de vida de uma estrela? Você acha que elas são eternas ou que possuem um ciclo de vida, nascendo, evoluindo e ao final morrendo? Justifique.

10. Em uma escala de 1 a 5, qual o seu interesse em participar de um curso gratuito de extensão em Astronomia para educação básica, que tenha uma ênfase sobre estrelas?

- 5 – tenho total interesse, ao ponto de priorizar, me inscrever e cumprir;
- 4 – tenho interesse, mas preciso avaliar se tenho disponibilidade;
- 3 – meu interesse é relativo; cumpriria apenas como cultura geral;
- 2 – não tenho interesse, porque creio não ser relevante para a educação básica;
- 1 – não tenho nenhum interesse; definitivamente, não vou me inscrever.

Escreva aqui o número que traduz seu interesse: _____.

“A nossa imaginação pode nos levar a qualquer lugar, se nós a deixarmos”
(Carl Sagan)

APÊNDICE B - SONDAGEM INICIAL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
SONDAGEM INICIAL – SE#01**

Instituição de Ensino: _____

Curso: _____

Período Letivo: _____

1. O que é Astronomia? _____

2. Astronomia e Astrologia são sinônimos? Se sim, justifique. Se não, qual a diferença entre elas?

3. Ao longo de toda a sua Educação Básica (Níveis Fundamental e Médio), você teve oportunidade de estudar Astronomia, seja em que disciplina tenha sido (por exemplo, Ciências, Física, Geografia etc.)?

() Sim () Não

4. Qual a principal fonte quando se trata de conhecimentos em Astronomia?

APÊNDICE C - O PRODUTO EDUCACIONAL: SUGESTÕES DE SEQUÊNCIAS DE ENSINO



APRESENTAÇÃO

Mesmo que não percebamos, a Astronomia está imersa em nossas vidas diárias: a sucessão dos dias, o calendário, as estações do ano, as marés, as fases da lua, ou o “simples” brilho das estrelas no céu noturno, são alguns exemplos que justificam tal afirmação.

Na verdade, a relação do ser humano com esta ciência encontra-se enraizada na história. Registros desde tempos remotos nos mostram que à medida que interagiu com este laboratório natural, chamado céu, o homem foi adquirindo informações que lhe permitiu associar suas atividades terrestres com o movimento dos astros na esfera celeste.

Estas informações advindas das antigas civilizações foram ao longo do tempo fornecendo as bases para o desenvolvimento do conhecimento astronômico atual. Atualmente, a Astronomia desdobrou-se em outros ramos tais como Astrofísica e Cosmologia, e passou a fornecer à humanidade uma quantidade inimaginável de informação que lhe permite ir muito além do Sistema Solar. Entretanto, dizer que a humanidade dispõe de uma vasta gama de informação, não significa dizer que todas as pessoas possuem um conhecimento astronômico plausível, pelo contrário, muitas delas ainda desconhecem muitas das mais elementares informações que lhes permitem compreender corretamente os fenômenos astronômicos que acontecem em seu dia-dia.

O que leva estas pessoas a desconhecerem tais informações? Uma possível explicação está na existência de lacunas conceituais deixadas na área de Astronomia durante a Educação Básica. Outra possível resposta, é que os cursos de formação inicial de professores, na maioria dos casos, não oferecem um subsídio teórico e metodológico para os futuros professores da educação básica. Em decorrência disto, estes profissionais optam, em geral, por um dos caminhos: buscam fontes teóricas e metodológicas que apresentam erros conceituais ou preferem não ensinar os conteúdos de Astronomia. Este fato, muitas vezes, reforça suas concepções alternativas, ou ainda, gera novas concepções que os acompanharão e serão transmitidas aos alunos.

Perante tal situação, visando diminuir um pouco este hiato, elaboramos um conjunto de quatro Sequências de Ensino (SE) com o objetivo de fornecer aos colegas professores um subsídio teórico e metodológico que lhes permita trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica, mais especificamente, sobre Estrelas. Isso porque quando se contempla a

Astronomia, em geral ela permanece restrita à estrutura e dinâmica do Sistema Solar. E tratar de estrelas é um passo que leva o conhecimento além do Sistema Solar.

Estas Sequências de Ensino (SE) formam o Produto Educacional, componente curricular exigido junto à dissertação de mestrado profissional apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática do Centro de Ciências Exatas e da Terra, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, como requisito final para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências Naturais e Matemática.

As mesmas foram cuidadosamente elaboradas após uma pesquisa de campo realizada com os Licenciandos do curso de Licenciatura em Física do IFRN, Campus Caicó (RN). Desta forma, o Produto Educacional encontra-se estruturado da seguinte forma:

- **SE#01** – *Bem-vindo a uma noite estrelada: um estudo introdutório sobre o céu noturno;*
- **SE#02** – *Observando as estrelas: forma, cores e brilhos;*
- **SE#03** – *O Sol: a nossa estrela íntima;*
- **SE#04** – *Nascimento, vida e morte das estrelas.*

A primeira sequência de ensino, **SE#01** – *Bem-vindo a uma noite estrelada: Um estudo introdutório sobre o céu noturno* – tem como objetivo principal levar os alunos a uma familiarização com o céu noturno, que por muitas vezes passa despercebido. Para isto, propomos uma observação a olho nu, que permita a interação dos alunos com este laboratório natural, chamado céu. Em seguida, abordamos alguns conceitos importantes no estudo sobre estrelas, tais como: esfera celeste e distâncias astronômicas entre estrelas e constelações.

Na segunda sequência de ensino, **SE#02** – *Observando as estrelas: forma, cores e brilhos* – discute-se a lei da refração, a fim de fundamentar a explicação sobre a forma das estrelas, bem como o conceito de temperatura e sua relação com a cor das estrelas, utilizando a teoria de Planck da radiação de corpo negro. Depois, introduz-se os conceitos de luminosidade e brilho, e apresenta-se a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama HR (luminosidade versus temperatura). Esta sequência, portanto, visa proporcionar aos alunos um conhecimento mais apropriado da natureza das estrelas.

Na terceira sequência, **SE#03** – *O Sol: a nossa estrela íntima* – discute-se, a partir do processo de geração de energia no interior do Sol, a dependência das demais energias terrestres em relação à energia solar; e as características básicas do Sol, tais como tamanho, estrutura (interior e exterior), cor, brilho, bem como sua posição na sequência principal das

estrelas. Além disso, compara-se o tamanho do Sol com o dos planetas, bem como com o tamanho de algumas estrelas. Assim, ao final destas sequências, os estudantes terão incorporados alguns conhecimentos básicos acerca da nossa estrela.

Na quarta e última sequência, **SE#04** – *Nascimento, vida e morte das estrelas* – Aborda-se o processo evolutivo das estrelas desde o seu nascimento até os seus possíveis estágios finais. No decorrer deste processo apresenta-se a relação entre os elementos químicos encontrados aqui na Terra com as estrelas. Informação esta que é desconhecida por muitos dos estudantes.

A metodologia empregada nestas sequências encontra-se fundamentada nos três momentos pedagógicos: Problematização inicial; Organização do conhecimento; e Aplicação do conhecimento, sistemática inspirada na pedagogia de Paulo Freire (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992).

Vale ressaltar que este conjunto de sequências de ensino trata-se de uma proposta que visa fornecer aos colegas professores um subsídio teórico e metodológico que lhes permita trabalhar os conteúdos de Astronomia na Educação Básica, como é o caso das Estrelas. Desta forma, entendemos que esta proposta não se encontra fechada a possíveis mudanças, ao contrário, esperamos que estas surjam a título de aprimoramento e que possam contribuir com a difusão do Ensino de Astronomia no Brasil.

Portanto, desejamos que este material possa não apenas diminuir um pouco o hiato existente entre o que é proposto pelos documentos oficiais e o que é realmente ensinado em sala de aula, mas também abrir perspectivas de ir além das suas prescrições.

Danilo Olímpio de Aquino
Orientador: Ciclamio Leite Barreto

Natal/RN, Julho de 2018.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	127
SEQUÊNCIA DE ENSINO #01 – Bem-Vindo a uma Noite Estrelada: Um estudo introdutório sobre o céu noturno	131
SEQUÊNCIA DE ENSINO #02 – Observando as estrelas: forma, cores e brilhos.....	145
SEQUÊNCIA DE ENSINO #03 – O Sol: a estrela íntima	154
SEQUÊNCIA DE ENSINO #04 – Nascimento, Vida e Morte das Estrelas	168
REFERÊNCIAS	174

SEQUÊNCIA DE ENSINO #01

Bem-Vindo a uma Noite Estrelada: Um estudo introdutório sobre o céu noturno

SE#01 - Sequência de Ensino #1
Bem-vindo a uma noite estrelada Um estudo introdutório sobre o céu noturno
<p>AUTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Danilo Olímpio de Aquino – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) • Orientador: Ciclamio Leite Barreto – Docente do Departamento de Física e Membro Docente do Mestrado Profissional do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM)
<p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Astronomia e Astrologia (Diferença entre elas); • Esfera Celeste. • Estrelas e planetas (Identificação e distinção) • Constelação.
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar o conhecimento prévio dos alunos acerca de Estrelas, Planetas e Constelações a partir da observação do céu noturno a olho nu, incluindo sua identificação e diferenciação; • Conceituar o que é Astronomia e sua relação com as diferentes culturas; • Entender o conceito de esfera celeste; • Descrever, a partir do conhecimento prévio dos alunos, o que é uma constelação; • Apresentar o software Stellarium como ferramenta paradidática. • Verificar a aprendizagem dos alunos sobre estes conteúdos através da resolução em grupos de uma lista de questões previamente elaborada.
<p>VISÃO GERAL</p> <p>Inicialmente, buscaremos investigar o conhecimento prévio dos alunos a partir da observação a olho nu, interagindo com o céu noturno ao ar livre. Em seguida os tópicos serão sistematizados, conceituando Astronomia e diferenciando-a da Astrologia. Dando continuidade, a fim de entendermos o conceito de esfera celeste, construiremos um modelo tridimensional desta. Em seguida, descreveremos o que é uma constelação; para tanto utilizaremos de uma atividade experimental, intitulada “O Cruzeiro do Sul numa</p>

caixa de papelão”, que nos auxiliará na compreensão deste conceito. Depois apresentaremos o software Stellarium como ferramenta paradidática. E ao final os alunos serão avaliados através da resolução em grupo de questões e problemas.

CRONOGRAMA

Esta Sequência de Ensino compõe-se de 4 aulas de 50 (cinquenta) minutos, distribuídas de acordo com o cronograma:

Tempo	Atividade
50 minutos	Etapa 1 – Problematização Inicial
100 minutos	Etapa 2 – Organização do Conhecimento
50 minutos	Etapa 3 – Aplicação do Conhecimento

RECURSOS/MATERIAIS

- Lousa da sala de aula e pincéis;
- Computador e projetor de multimídia;
- Esfera de isopor de 2,5 cm de diâmetro
- Palito de churrasco
- Duas garrafas pets incolores
- Pincel atômico preto
- Cola ou fita adesiva transparente
- Tesoura
- Folhas de Tatame
- Caixa de papelão de dimensões: 70 cm de comprimento, 20 cm de largura e 21 cm de altura.
- 5 leds
- 1 bateria de 9 V
- 1 Pequeno interruptor
- 1 Tinta spray preto fosco
- 5 Canudos de refrigerantes

PERCURSO METODOLOGICO/ATIVIDADES

Como consta no cronograma, esta sequência de ensino contempla três etapas denominadas: Problematização inicial; Organização do Conhecimento; Aplicação do conhecimento.

Etapa I – Problematização inicial

Nesta atividade, iremos contemplar o céu noturno, fazendo uma observação sistematizada.

1. Diante deste laboratório natural, chamado céu, pegue uma folha de tatame, deite-se com as costas sobre o chão e passe cerca de 10 minutos em silêncio, contemplando o céu

– planetas, estrelas, constelações etc. – e pensando como você o descreveria.

2. Depois deste momento inicial, fique de pé e identifique o caminho descrito pela linha do horizonte. Esta é a linha imaginária delimitada pelo “encontro” do chão com o céu, quando olhamos para longe, até perder as coisas da vista. Como lhe parece ser a forma da Terra? Registre com desenhos e observações a sua percepção do horizonte e da forma da Terra nesse instante.

3. Você consegue identificar alguma estrela ou planeta? Se sim, como diferencia-los?

4. Defina o que é constelação. Você consegue identificar alguma? Qual? Registre o desenho da mesma.

5. Suponha que uma pessoa encontra-se neste exato momento observando o céu em um país da Europa, ela veria as mesmas estrelas que você? Justifique

6. As estrelas estão sempre à mesma distância uma das outras? Justifique

Etapa II – Organização do conhecimento

Passado o tempo da problematização inicial, formalizaremos primeiro o conceito de Astronomia, diferenciando-a da Astrologia. Depois, com base nas questões da problematização inicial, abordaremos o conceito de esfera celeste, a partir de uma atividade experimental intitulada “*A Esfera Celeste ao alcance das mãos*” (Anexo I). Compreendido o conceito de esfera celeste, descreveremos o que é uma constelação; para tanto utilizaremos de outra atividade experimental: *O Cruzeiro do Sul numa caixa de papelão* (Anexo II). Esta atividade nos mostra que as estrelas que compõem uma constelação não estão, de fato, próximas umas das outras, mas, por questão de perspectiva, as enxergamos aparentemente próximas, formando determinado padrão, como é o caso do Cruzeiro do Sul. Dando continuidade na explanação do conteúdo, retornaremos à questão 3 da problematização inicial e explicaremos como identificar/distinguir uma estrela de um planeta a olho nu a partir da literatura da área. Ao final desta etapa apresentaremos o software *Stellarium* como ferramenta paradidática dando liberdade de manuseio de forma orientada.

Etapa III – Aplicação do Conhecimento

Esta última etapa constará de uma série de exercícios (Anexo III) que serão respondidos em grupos pelos alunos. Este momento tem como objetivo abordar de forma sistemática o conhecimento incorporado pelo aluno durante a aula.

AVALIAÇÃO:

O processo avaliativo dar-se-á de forma contínua por meio de verificação da aprendizagem acompanhando as atividades previstas e pelo nível de participação dos alunos. Além disso, quando aplicada esta SE#01 a alunos do ensino médio, contará com a contribuição do desempenho nas provas programadas de acordo com a programação do professor.

O QUE DIZEM OS DOCUMENTOS OFICIAIS

Nesta aula pretende-se contemplar as competências e habilidades sugeridas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002):

PCN (BRASIL, 2000)	
Investigação e compreensão	
Competências	Habilidades
Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais. • Procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema. • Formular hipóteses e prever resultados. • Fazer uso dos conhecimentos da Física para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.
Contextualização Sócio-cultural	
Competências	Habilidades
Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.	<ul style="list-style-type: none"> • Reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio. • Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento

		científico com a transformação da sociedade.
PCN + (BRASIL, 2002)		
Representação e comunicação		
Elaboração de comunicações		
Competências		Habilidades
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.		<ul style="list-style-type: none"> Elaborar relatórios analíticos, apresentando e discutindo dados e resultados, seja de experimentos ou de avaliações críticas de situações, fazendo uso, sempre que necessário, da linguagem física apropriada.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas		
Competências		Habilidades
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.		<ul style="list-style-type: none"> Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução, assim como do surgimento da vida, de forma a poder situar a Terra, a vida e o ser humano em suas dimensões.
Contextualização sócio-cultural		
Ciência e tecnologia na história		
Competências		Habilidades
Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.		<ul style="list-style-type: none"> Compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época. Compreender, por exemplo, a transformação da visão de mundo geocêntrica para a heliocêntrica, relacionando-a às transformações sociais que lhe

	<p>são contemporâneas, identificando as resistências, dificuldades e repercussões que acompanharam essa mudança.</p>
--	--

REFERÊNCIAS DA SE#01

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

BRETONES, Paulo S.: *O que é Astronomia?* Usado como Texto de Apoio, 2013. Disponível em <http://www.erea.ufscar.br/?q=noticia/o-que-%C3%A9-astronomia>; Acesso em: 25 de set. 2017

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar: Contemplando o céu**. Natal, RN: EDUFRN, 2007.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o Céu: Pequeno guia prático para a Astronomia Observacional**. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

ANEXO I (SE#01) - A ESFERA CELESTE AO ALCANCE DAS MÃOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

Esta Atividade é uma adaptação da atividade “Construindo um modelo de esfera celeste” presente no Livro *Aprendendo a Ler o Céu: Um pequeno Guia Prático para a Astronomia Observacional*, cuja referência encontra-se a seguir:

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o Céu**: Pequeno guia prático para a Astronomia Observacional. 2a ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

Descrição da Atividade:

A fim de facilitar a compreensão dos conceitos de Esfera Celeste, podemos construir um modelo tridimensional dela. Providencie uma pequena esfera de isopor de uns 2,5 cm de diâmetro e um palito de churrasco, duas garrafas pets incolores, pincel atômico preto, água e corante.

Montagem:

Com uma caneta, desenhe uma linha em torno da bolinha de modo a dividi-la em dois hemisférios iguais (Norte e Sul). Espete o palito no polo sul da bolinha, em seguida localize o ponto aproximado que representa a região onde está situada a sua Cidade e faça um X neste local.

Agora, vamos construir a nossa esfera celeste ao redor do planeta, usando duas extremidades superiores cortadas de garrafas pets incolores de refrigerantes. Atenção: As garrafas pets devem ser escolhidas com critério, pois precisam ter a curvatura bem arredonda ao redor do gargalo. Juntando as duas partes, obtemos uma esfera (ou quase). Faça um furo em uma das tampas de modo que o palito espetado na bolinha de isopor entre livremente (Figura 1).

Figura 1: Modelo de esfera celeste com a bolinha de isopor representando o planeta Terra



Note que a nossa esfera celeste possui elementos semelhantes ao nosso planeta. Por exemplo, a emenda, na junção das metades da garrafa, representa a linha do Equador Celeste, que é uma projeção do equador terrestre. Do mesmo modo, a esfera celeste possui um Polo Celeste Norte e um Polo Celeste Sul, os quais são também projeções dos polos terrestres sobre o céu. Para o nosso observador hipotético, a tampa sem o furo é o polo celeste norte, e a tampa furada, por onde passa o palito, é o polo celeste sul.

O próximo passo é representarmos a superfície plana onde nos encontramos, isto é, o solo onde estamos situados. Para isso, retire o conjunto palito/bolinha e acrescente água no interior da esfera até a metade. Para que a nossa esfera possua uma inclinação utilizamos dois suportes com o resto das garrafas que sobraram (Figura 2).

Figura 2: Modelo de esfera celeste construída de garrafa pet e água colorida



De acordo com a inclinação da esfera, a superfície da água representa o solo “plano” do planeta onde o observador está localizado. Ao nos colocarmos no centro desta esfera olhando todo horizonte, a impressão que temos é a de estarmos no centro de uma superfície

plana e circular, onde o limite de nossa visão é a linha do horizonte, a divisória entre o “céu” e a “terra”.

A superfície da água que preenche a metade do interior de nosso modelo serve para representar o solo “plano” e a borda circular da superfície que “toca” toda esfera celeste representa o horizonte do observador. As estrelas, ou qualquer outro corpo celeste, que estive abaixo da linha do horizonte, não são visualizadas.

Com a esfera celeste no suporte (Figura 2), sem que haja alteração em sua inclinação, vá girando-a lentamente no sentido horário. Se expressarmos um conjunto de estrelas em nossa esfera, notamos que estas vão “subindo” no horizonte leste, ganhando altura no céu, em relação a um observador no centro da superfície plana, e depois vão “descendo”, até “mergulharem” no horizonte oeste, conforme o passar das horas do dia.

Se colocarmos ainda algumas estrelas próximas do polo celeste norte, notaremos também que estas jamais subirão acima da superfície do observador, por mais que a esfera celeste gire. Do mesmo modo, há estrelas próximas do polo celeste sul que nunca descerão abaixo da linha do horizonte e, portanto, sempre estarão no céu.

Tais estrelas, de ambos os hemisférios, que circulam em torno deste ponto no céu (Polo celeste) e não tocam o horizonte são chamadas de estrelas circumpolares. Portanto, os observadores localizados no hemisfério sul da Terra não conseguirá enxergar o polo celeste norte, e vice-versa.

ANEXO II (SE#01) - O CRUZEIRO DO SUL NUMA CAIXA DE PAPELÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
O Cruzeiro do Sul numa caixa de papelão

Esta atividade é uma adaptação do artigo: Será o Cruzeiro do Sul uma Cruz? Um novo olhar sobre as constelações e seu significado, cuja referência encontra-se a seguir:

LONGHINI, Marcos Daniel. Será o Cruzeiro do Sul uma Cruz? Um novo olhar sobre as constelações e seu significado. **Física na Escola**, v. 10, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol10/Num1/a05.pdf>>. Acesso em: 10 Set. 2017.

A constelação do Cruzeiro do Sul ou Crux é a menor das constelações, e é relativamente fácil de ser encontrada no céu devido ao seu formato se aproximar bastante ao de uma cruz. Segundo Faria, as informações disponíveis indicam que ela foi criada em 1673 pelo navegador francês Augustin Royer e ainda em nossos dias ela é muito empregada para localização dos pontos cardeais. No entanto, Mourão afirma que data de 1500 o documento mais antigo no qual se menciona o nome Crux: uma carta que Mestre João, pertencente à Comitiva de D. Pedro Álvares Cabral, escreveu ao rei de Portugal.

O Cruzeiro do Sul é, aparentemente, constituído por cinco estrelas, mas outros astros estão localizados na região delimitada por esta constelação. Dependendo das condições de luminosidade do local onde se fizer a observação ou até mesmo do instrumento utilizado, muitas outras estrelas podem ser vistas, ou até mesmo demais objetos celestes, como a Caixa de Jóias, um aglomerado de estrelas a 7700 anos-luz de distância, aproximadamente, ou o Saco de Carvão, uma nebulosa escura.

Tomaremos para fins desta atividade suas cinco estrelas mais significativas: a mais reluzente é a que se encontra ao pé da cruz, conhecida como Estrela de Magalhães (Alfa do Cruzeiro), em homenagem ao navegador português Fernão de Magalhães. É, na verdade, uma estrela dupla. No topo da cruz está Rubídea (Gama do Cruzeiro); na extremidade esquerda encontra-se Mimosa (Beta do Cruzeiro); e à direita, Pálida (Delta do Cruzeiro). Existe ainda uma quinta estrela que não pertence aos braços da cruz, conhecida por Intrometida ou Intrusa (Épsilon do Cruzeiro).

Em relação a distância destas cinco estrelas da Terra, temos: Estrela de Magalhães ou Acrux (359 anos-luz); Mimosa (424 anos-luz); Rubídea ou Gacrux (88 anos-luz); Pálida (257 anos-luz), e Intrometida (58 anos-luz). Isso revela que, apesar de elas pertencerem à mesma constelação, estão a distâncias significativas entre si. No entanto, por que aparentemente a observamos juntas, formando uma cruz? Este texto mostrará, a partir de uma prática experimental, ser este apenas um efeito de perspectiva, e auxiliará a desmistificar a idéia de que as constelações são conjuntos de estrelas.

➤ A montagem experimental

Para observarmos o efeito em perspectiva causado pela nossa posição em relação às estrelas do Cruzeiro do Sul, utilizamos uma caixa de papelão, com uma parte removível (Figura 1), com as seguintes dimensões: 70 cm de comprimento, 20 cm de largura e 21 cm de altura, a qual passou a funcionar como uma câmara escura.

Figura 1 - Caixa de Papelão e suas respectivas dimensões



Em um primeiro momento, marcamos, no fundo da caixa, as posições aproximadas das cinco estrelas citadas, considerando suas distâncias até nós, que na situação, representamos pela posição da face com o orifício.

Figura 2 - Representação do fundo da caixa com as respectivas posições aproximadas das principais estrelas da constelação, em relação à face direita com o orifício (distâncias proporcionais e em escala).

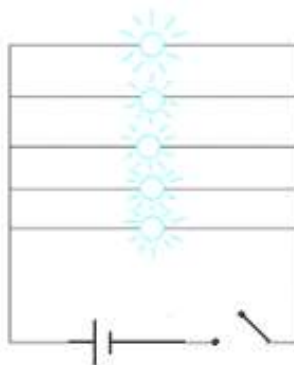


Em seguida, em cada uma destas marcas, fixamos as hastes de canudo de refrigerante de tamanhos distintos. Elas possibilitaram marcar, na vertical, a posição de cada estrela. Assim sendo, temos: na haste com 19 cm de altura, fixamos Rubídea; na de 16 cm, Mimosa; na de 11 cm, Pálida; na de 10 cm, Intrometida; e, por fim, na de 3 cm, a Estrela de Magalhães.

Utilizando tais medidas, a cruz terá uma inclinação para a direita, representando a constelação em um determinado momento da noite.

Na etapa seguinte, na extremidade de cada haste fixamos um pequeno LED amarelo. Conectamos os cinco LEDs a uma bateria de 9 V, num circuito, em paralelo (Figura 3). No mesmo circuito inserimos um pequeno interruptor para ligar e desligar as lâmpadas. As hastes, assim como o interior da caixa, foram pintados com tinta spray preto fosco, de modo a tornar o ambiente interno o mais escuro e o menos reflexivo possível.

Figura 3 - Esquema representando a ligação dos LEDs (bolinhas) com a bateria e interruptor.



Ao término da montagem, fechamos a caixa e observamos pelo orifício frontal. O que se vê é o desenho da constelação do Cruzeiro do Sul num determinado momento da noite. Alguns ajustes podem ser necessários nesta etapa, de modo que a figura se torne visível no campo visual propiciado pelo orifício. Caso não seja possível ver parte da cruz, deve-se ajustar a posição das hastes ou aumentar a diâmetro do orifício.

Estando ajustadas as posições, ao olharmos pelo orifício, o que se percebe é que as estrelas, aqui representadas pelos LEDs, estão localizadas uma ao lado da outra. No entanto, ao abrir a caixa, podese verificar as diferentes distâncias entre elas e o orifício.

É importante destacar que o propósito da atividade não é discutir a relação entre o brilho aparente das cinco estrelas e a distância que elas se encontram de nós, apesar de resultar em uma análise interessante. Para tal, o uso de LEDs de tamanhos distintos pode ser uma possibilidade e fica como sugestão para teste, talvez em uma caixa com dimensões maiores.

Figura 4 e 5: A figura 4 (esquerda) mostra a representação do cruzeiro do sul para um observador aqui na Terra, já a figura 5 (direita) mostra a representação das diferentes distâncias das principais estrelas que compõem a constelação do Cruzeiro do Sul para um observador que se encontra fora da Terra.



ANEXO III (SE#01) – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

1. Astronomia e Astrologia são sinônimos? Justifique.

2. Der o conceito de Esfera Celeste.

3. O que é o Zênite? E o Nadir?

4. Como identificar/distinguir uma estrela de um planeta a olho nu?

5. Defina o que é uma Constelação.

6. As estrelas que você observa são as mesmas para qualquer observador na superfície da Terra? Justifique

SEQUÊNCIA DE ENSINO #02

Observando as estrelas: forma, cores e brilhos

<i>SE#02</i> - Sequência de Ensino 02
Observando as estrelas: forma, cores e brilhos
<p>AUTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Danilo Olímpio de Aquino – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) • Ciclamio Leite Barreto – Docente do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM)
<p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formato, cores e brilhos das Estrelas. • Refração da Luz • Temperatura • Radiação do Corpo Negro • Distâncias Astronômicas e Luminosidade das Estrelas • Brilho e Diagrama HR
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar e discutir o conhecimento prévio dos alunos acerca da forma, cores e brilhos das estrelas; • Descrever a natureza das Estrelas (O que são e de que são formadas); • Discutir princípios básicos da Óptica Geométrica, especialmente as Leis da Refração da Luz, com o objetivo de compreender o formato das estrelas e o porquê destas cintilarem; • Conceituar Temperatura e sua relação com a cor das estrelas; • Conceituar Corpo Negro e discutir a lei da radiação térmica, inclusive aplicada às estrelas; • Conhecer as formas de classificação das estrelas (diagrama HR); • Diferenciar luminosidade de brilho, e mostrar que o brilho depende da luminosidade e da distância à estrela; • Encaminhar exercícios que auxiliem na fixação dos conteúdos.
<p>VISÃO GERAL</p> <p>Esta sequência de ensino encontra-se dividida em três etapas. Na primeira investigaremos as concepções prévias dos alunos acerca das estrelas, como observadas a olho nu. Os alunos discutem coletivamente suas respostas e depois estas serão coletadas para fins de avaliação. Em seguida, revisaremos o básico da óptica geométrica, enfatizando as leis da refração, a fim de fundamentar a explicação sobre a forma das estrelas e o porquê desta cintilarem no céu. Contemplado este momento, discutiremos o conceito de temperatura e sua relação com</p>

a cor das estrelas, utilizando a teoria de Planck da radiação de corpo negro. Depois introduziremos os conceitos de luminosidade e brilho, e apresentaremos a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama HR (luminosidade versus temperatura). Por fim, construiremos um modelo didático deste diagrama e encaminharemos alguns exercícios que servirão de instrumentos para a fixação dos conteúdos e para avaliação dos alunos.

CRONOGRAMA

4 aulas de 50 (cinquenta) minutos, distribuídos de acordo com o cronograma:

Tempo	Atividade
50 minutos	Etapa 1 – Problematização Inicial
100 minutos	Etapa 2 – Organização do Conhecimento
50 minutos	Etapa 3 – Aplicação do Conhecimento

RECURSOS/MATERIAIS

- Lousa da sala de aula e pincéis
- Computador
- Projetor multimídia
- Cartolina
- Pincel atômico azul, vermelho e preto.
- 2 Caixa de Massa de Modelar
- Colar de artesanato tekBond
- Régua
- Simulador diagrama Hertzsprung-Russell (diagrama HR) do INPE

PERCURSO METODOLOGICO/ATIVIDADES

Esta sequência de ensino será composta de três etapas denominadas, respectivamente: Problematização inicial; Organização do Conhecimento; Aplicação do conhecimento.

Etapa I – Problematização inicial

Nesta etapa retornaremos as anotações feitas durante a observação desenvolvida na Sequência de Ensino 01 – SE#01.

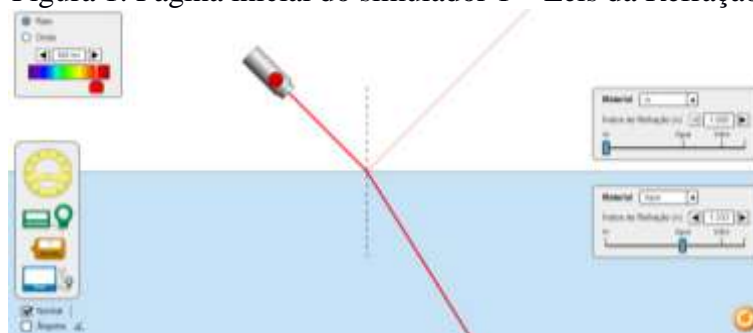
1. Durante a observação desenvolvida na SE#01, você deve ter percebido que as estrelas parecem cintilar (piscar) no céu. Por que isso ocorre?
2. O que você diria sobre o formato das estrelas? São todas iguais?

3. Você observou que algumas estrelas são amarelas, outras vermelhas e outras azuis? Saberia dizer o porquê?
4. O que você diria sobre a definição de Ano-luz?
5. Ao observar as Estrelas, você deve ter percebido que algumas estrelas possuem um brilho mais intenso que outras. Como você justificaria isso?
6. Existe alguma diferença entre luminosidade e brilho de uma estrela?

Etapa II – Organização do conhecimento

Após o momento de problematização inicial, o professor descreverá a natureza das estrelas (o que são e de que são formadas) e o seu formato. Para explicar o porquê das estrelas parecerem cintilar (piscar) no céu, utilizaremos um simulador (Figura 1) para explicar as Leis da refração.

Figura 1: Página inicial do simulador 1 – Leis da Refração

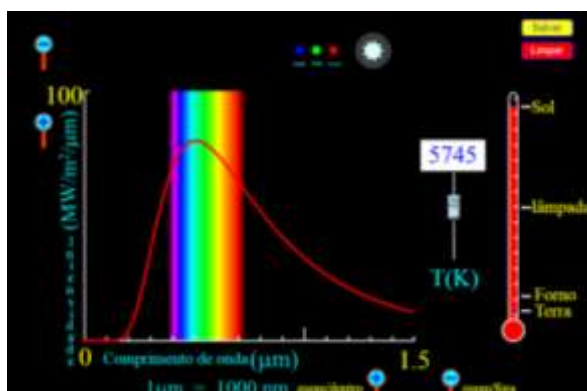


Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acessado em 27 de set. 2017

Entendido as Leis da refração explicamos que a causa da cintilação é a turbulência atmosférica²⁶. Dando continuidade à sistematização do conteúdo discutiremos a cor das estrelas, a partir da teoria de Planck da radiação de corpo negro. Durante este momento de explanação, utilizaremos mais um simulador (Figura 2) para relacionar a cor das estrelas com a sua temperatura, a partir da lei de deslocamento de Wien e a radiação de um Corpo Negro.

²⁶ Antes de chegar aos nossos olhos, a luz das estrelas, que se encontram a vários anos-luz, percorre o “vácuo” do espaço, praticamente sem desvios até chegar à Terra e atravessar uma camada de ar atmosférico, constituído por uma mistura de partículas e gases turbulentos. Este constante movimento da atmosfera faz com que os raios de luz provenientes do espaço exterior sofram desvios (refração da luz), pois percorrem regiões movimentadas de diferentes densidades, portanto com índices de refração diferentes (LANGHI, 2016).

Figura 2: Página inicial do simulador 3 – Radiação do Corpo Negro

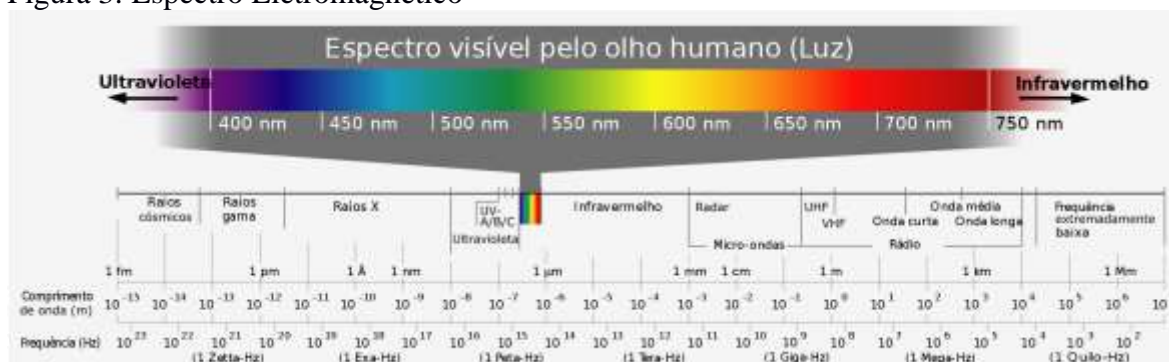


Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt_BR.html. Acessado em: 27 de set. 2017.

Para concluir este momento, apresentaremos o espectro eletromagnético, destacando, principalmente, o espectro visível ao olho humano (Figura 3) e mostraremos a relação do comprimento de onda de um corpo com sua temperatura de acordo com a equação:

$$\lambda_{max} = \frac{2,8977685 \times 10^{-3} m \cdot K}{T} \text{ (Lei do deslocamento de Wien).}$$

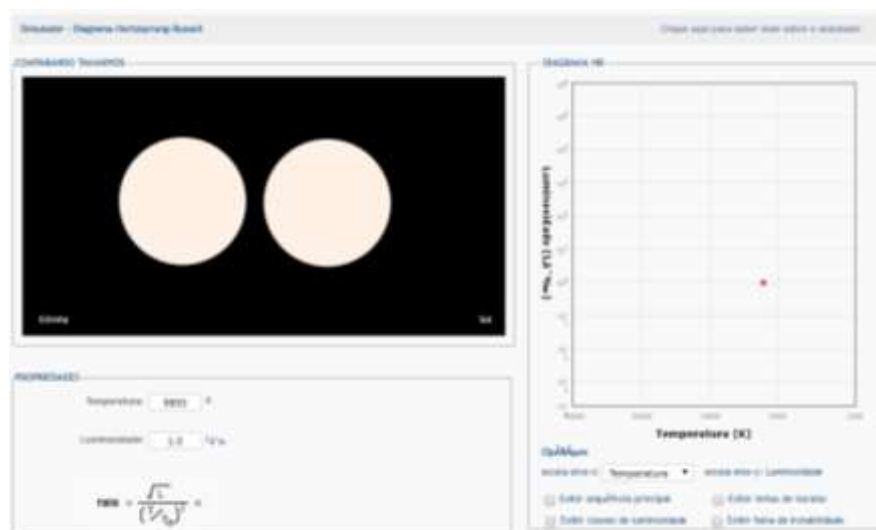
Figura 3: Espectro Eletromagnético



Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Espectro_vis%C3%ADvel. Acessado em: 09 de out. 2017

Por fim, introduziremos os conceitos de luminosidade e brilho, e apresentaremos a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama Hertzsprung-Russell (diagrama HR). Para uma melhor compreensão deste diagrama realizamos uma atividade experimental com auxílio de um simulador (Figura 4) disponível pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), conforme Anexo I.

Figura 4: Simulador diagrama Hertzsprung-Russell (diagrama HR) do INPE.



Disponível em: <http://www.das.inpe.br/simuladores/diagrama-hr/>. Acessado em: 19 de Mar.2018

Etapa III – Aplicação do Conhecimento

A fim de avaliar o conhecimento incorporado pelo aluno durante a aula, pediremos aos mesmos que refaçam as questões da problematização inicial. Em seguida as recolheremos para fazermos uma comparação com as respostas dadas durante a etapa de problematização.

AVALIAÇÃO:

Ao falar de avaliação é importante ressaltar que a mesma deve acompanhar todo o processo de aprendizagem e não só um momento privilegiado. Desta forma, o processo avaliativo a qual trata esta sequência dar-se-á de forma continua por meio das atividades desenvolvidas no decorrer da aula.

O QUE DIZEM OS DOCUMENTOS OFICIAIS

Nesta aula pretende-se contemplar as competências e habilidades sugeridas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002):

PCN (BRASIL, 2000)

Representação e comunicação

Competências	Habilidades
Desenvolver a capacidade de comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar e utilizar diferentes formas de representação (tabelas, gráficos, expressões, ícones...).

	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões. • Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações e interpretações.
Investigação e compreensão	
Competências	Habilidades
<p>Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas. • Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais. • Elaborar estratégias de enfrentamento das questões. • Articular o conhecimento científico e tecnológico numa perspectiva interdisciplinar. • Fazer uso dos conhecimentos da Física para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.
PCN + (BRASIL, 2002)	
Representação e comunicação	
Elaboração de comunicações	
Competências	Habilidades

Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.	<ul style="list-style-type: none"> • Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.
Articulação dos símbolos e códigos de ciência e tecnologia	
Competências	Habilidades
Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas.	<ul style="list-style-type: none"> • Ler e interpretar corretamente tabelas, gráficos, esquemas e diagramas apresentados em textos.
Investigação e compreensão	
Modelos explicativos e representativos	
Competências	Habilidades
Reconhecer, utilizar, interpretar e propor modelos explicativos para fenômenos ou sistemas naturais ou tecnológicos.	<ul style="list-style-type: none"> • Interpretar e fazer uso de modelos explicativos, reconhecendo suas condições de aplicação.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e interáreas	
Competências	Habilidades
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar e compreender os diversos níveis de explicação física, microscópicos ou macroscópicos, utilizando-os apropriadamente na compreensão de fenômenos.

REFERÊNCIAS DA SE#02

ARANY-PRADO, Lilia Irmeli. **À Luz das Estrelas: Ciência através da Astronomia**. São Paulo: DP&A Editora, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar: Vida e morte das estrelas**. Natal, RN: EDUFRN, 2007.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o Céu**: Pequeno guia prático para a Astronomia Observacional. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

SILVA, Cylon Gonçalves da. **De Sol a Sol**: Energia no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

JEWETT JUNIOR, John W; SERWAY, Raymond A. **Física para cientistas e engenheiros, volume 4**: Luz, Óptica e Física Moderna. Tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Roberto Grandini. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ANEXO I (SE#02) – CONSTRUÇÃO DO DIAGRAMA HR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

CONSTRUINDO O DIAGRAMA HR COM MASSA DE MODELAR

Utilizando uma cartolina branca e massa de modelar, construa um diagrama HR usando os dados expressos na Tabela 1 e determine a classe espectral a que pertence estas estrelas, bem como a sua respectiva cor.

Tabela 1: Características das Estrelas

	Tipo espectral	Luminosidade (L/L_{\odot})	Temperatura (K)	Cor
1		10^5	3500	
2		10^5	10.000	
3		10^4	30.000	
4		10^0	6.500	
5		10^4	4.000	
6		10^{-3}	2.700	
7		10^{-3}	11.000	
8		10^3	15.000	
9		10^{-3}	5.200	
10		10^{-3}	7600	

Tabela 2: Tipo espectral e sua respectiva coloração

Tipo espectral	Temperatura (K)	Coloração
		Azul
O	25000-50000	
		Azulada
B	11000-25000	
		Branca
A	7500-11000	
		Branco-amarelado
F	6000-7500	
		Amarelo
G	5000-6000	
		Laranja
K	3500-5000	
		Vermelha
M	2700-3500	

SEQUÊNCIA DE ENSINO #03

O Sol: a nossa estrela íntima

SE#3 - Sequência de Ensino 3
<i>O Sol: a estrela íntima</i>
<p>AUTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Danilo Olímpio de Aquino – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) • Ciclamio Leite Barreto – Docente do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM)
<p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sol: características e produção de Energia.
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar as concepções prévias dos alunos acerca da importância do Sol para a vida na Terra; • Compreender os processos físicos responsáveis pela geração de energia no interior do Sol. • Perceber a dependência de todas as fontes de energia terrestres em relação à energia solar. • Entender as principais características físicas do Sol. • Comparar o tamanho do Sol com o dos planetas; e o tamanho do Sol com o de algumas estrelas. • Classificar o Sol na sequência principal (Diagrama HR). • Verificar a aprendizagem dos alunos.
<p>VISÃO GERAL</p> <p>Iniciamos com a solicitação aos alunos para que respondam uma situação-problema que ressalta a importância do Sol para a vida na Terra. Os alunos são distribuídos em grupo para aprimorar as respostas individuais em respostas do grupo, que serão discutidas coletivamente. Transcorrido o tempo de socialização, o professor explicará o processo de geração de energia no interior do Sol, a fusão termonuclear, e em seguida conduzirá os alunos a perceberem a dependência de todas as fontes de energia terrestres em relação à energia solar. Dando continuidade à sistematização do conteúdo o professor abordará as principais características físicas do sol, tais como tamanho, estrutura (interior e exterior), cor, brilho, bem como sua posição na sequência principal. Ao fim, o professor realizará duas atividades que possibilitem os alunos compararem o tamanho do Sol com o dos</p>

planetas, bem como com o tamanho de algumas estrelas, e verificará a aprendizagem dos alunos, por meio de uma lista de exercícios previamente elaborada.

CRONOGRAMA

4 aulas de 50 (cinquenta) minutos, distribuídos de acordo com o cronograma:

Tempo	Atividade
50 minutos	Etapa 1 – Problematização Inicial
100 minutos	Etapa 2 – Organização do Conhecimento
50 minutos	Etapa 3 – Aplicação do Conhecimento

RECURSOS/MATERIAIS

- Lousa da sala de aula e pincéis;
- Projetor de multimídia e computador;
- Texto em Quadrinhos
- Balão Amarelo tamanho gigante
- Papel Alumínio
- Jornais
- Rolo de Barbante
- Folha com os tamanhos dos discos dos Planetas
- Caixa de acrílico (65 mm x 65 mm)
- 4 Bolas de isopor (3,0 mm; 15 mm; 25 mm; 35 mm)

PERCURSO METODOLOGICO/ATIVIDADES

Etapa I – Problematização inicial

Neste primeiro momento os alunos receberão uma história em quadrinhos, de autoria de Cylon G. da Silva, intitulada: Um Pesadelo (Anexo I). Esta fábula retrata a história de um Jovem, chamado João, que da noite para o dia encontra a cidade de São Paulo em caos, em virtude, da falta de energia. Em vista disto, os estudantes serão convidados a responderem a uma questão:

- Ao ler a história em quadrinhos você deve ter imaginado a catástrofe que é uma cidade como São Paulo sem eletricidade, sem comunicação, sem gás, ou seja, sem energia. Mas, de onde vem toda esta energia? Justifique.

Ao fornecer esta situação-problema, investigaremos o conhecimento prévio dos alunos, se estes conseguem perceber a dependência de todas as fontes de energia terrestres em relação à energia solar.

Formulada as respostas individuais, pediremos aos estudantes que formem grupos de 5 (cinco) alunos para socializarem suas respostas e em seguida escolherem um representante para expor a opinião do grupo para os demais.

Etapla II – Organização do conhecimento

Transcorrido o tempo da problematização inicial e com base nas concepções prévias dos alunos, o professor irá explicar o processo de geração de energia no interior do Sol e relacionar a dependências das demais fontes de energia terrestre com a energia solar.

Dando continuidade à sistematização do conteúdo o professor abordará as principais características do sol, tais como tamanho, estrutura (interior e exterior), cor, brilho, bem como sua posição na sequência principal.

Para finalizar o momento de organização do conhecimento, realizaremos duas atividades experimentais com o objetivo de comparar o tamanho do Sol com o dos planetas (Anexo II); e o tamanho do Sol com o de algumas estrelas (Anexo III). Após estas atividades exibiremos um vídeo²⁷, chamado **A Comparação do Tamanho do Universo**, para mostrar o tamanho do Sol e dos planetas do nosso sistema solar, em relação a algumas estrelas da nossa galáxia.

Etapla III – Aplicação do Conhecimento

A última etapa desta sequência constará de uma série de exercícios (Anexo IV) que serão respondidos em grupos pelos alunos. Este momento tem como objetivo abordar de forma sistemática o conhecimento incorporado pelo aluno durante a aula.

AValiação:

O processo avaliativo a qual trata esta sequência dar-se-á de forma continua por meio das atividades desenvolvidas no decorrer da aula.

O QUE DIZEM OS DOCUMENTOS OFICIAIS

Nesta aula pretende-se contemplar as competências e habilidades sugeridas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002):

PCN (BRASIL, 2000)	
Representação e comunicação	
Competências	Habilidades

²⁷ Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=BueCYLvTBso> . Acessado em: 10 de Out.2017

Desenvolver a capacidade de comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões.
Investigação e compreensão	
Competências	Habilidades
Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.	<ul style="list-style-type: none"> • Formular questões a partir de situações reais e compreender aquelas já enunciadas. • Procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema. • Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais. • Elaborar estratégias de enfrentamento das questões. • Fazer uso dos conhecimentos da Física para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.
Contextualização sócio-cultural	
Competências	Habilidades
Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar elementos e conhecimentos científicos e tecnológicos para diagnosticar e equacionar questões sociais e ambientais.
PCN + (BRASIL, 2002)	
Representação e comunicação	
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Competências	Habilidades
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	<ul style="list-style-type: none"> • Ler e interpretar informações apresentadas em diferentes

		linguagens e representações (técnicas)
Elaboração de comunicações		
Competências		Habilidades
Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.		<ul style="list-style-type: none"> • Descrever relatos de fenômenos ou acontecimentos que envolvam conhecimentos físicos.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia		
Competências		Habilidades
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.		<ul style="list-style-type: none"> • Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara.
Investigação e compreensão		
Estratégias para enfrentamento de situações-problema		
Competências		Habilidades
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.		<ul style="list-style-type: none"> • Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso.
Interações, relações e funções; invariantes e transformações		
Competências		Habilidades
Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações.		<ul style="list-style-type: none"> • Identificar transformações de energia e a conservação que dá sentido a essas transformações, quantificando-as quando necessário.

REFERÊNCIAS DA SE#03

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar: O Sol**. Natal, RN: EDUFRN, 2007.

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia: ensino fundamental e médio**. Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.

SILVA, Cylon Gonçalves da. **De Sol a Sol: Energia no século XXI**. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

ANEXO I (SE#03) – História em quadrinhos: Um pesadelo

SILVA, Cylon Gonçalves da. **De Sol a Sol: a energia no século XXI**. São Paulo: Oficina de textos, 2010. Páginas 7 a 10.



LIBOU O GÁS, MAS, SEM ELETRICIDADE, TEVE DE SAIR PROCURANDO FÓSFOROS PELA CASA. POR SORTE, TERMINOU ENCONTRANDO UMA CAIXA. JOÃO DEIXARA DE FUMAR. A NAMORADA LHE DERA DUAS OPÇÕES: OU PARAVA DE FUMAR A CINZEIRO OU ARRUMAVA OUTRA NAMORADA. CHEIROU O QUEIMADOR: NÃO HAVIA GÁS! SEM ELETRICIDADE, SEM GÁS, A CIDADE TODA PARADA. O QUE ESTAVA ACONTECENDO?



PELA PRIMEIRA VEZ NOTOU A FALTA DOS RUÍDOS DA CIDADE, COMO SE UMA PRESSÃO SAÍSSE DE SEUS OLVIDOS. COMO SE DEPOIS DE TANTO TEMPO, ELE PUDESSE RESPIRAR MAIS LIVREMENTE, NÃO PORQUE O AR ESTIVESSE MENOS POLUÍDO, MAS PORQUE ESTAVA MAIS... SILENCIOSO!



O HALL E AS ESCADAS ESTAVAM ESCUROS, SEM AS LUZES DE EMERGÊNCIA. JOÃO XINGOU O GOVERNO, A COMPANHIA DE ELETRICIDADE, O SÍNDICO, O ENCARREGADO DA MANUTENÇÃO, O MUNDO INTEIRO. NÃO ADIANTOU. HAVIA VOZES ASSUSTADAS E NERVOSAS. AO MENOS PODERIA REPARTIR A LUZ COM OUTRAS PESSOAS E ECONOMIZAR ALGUNS FÓSFOROS. ELE NÃO ERA O ÚNICO NAQUELA SITUAÇÃO.



TODO O RESTO DA CIDADE COMEÇOU A DESCER EM DIREÇÃO A UM MUNDO SEM ENERGIA, SEM MÁQUINAS, SEM CELULARES E COMPUTADORES, SEM TRANSPORTES, SEM HOSPITAIS, SEM SUPERMERCADOS, SEM GELADEIRAS E FREEZERS, SEM COMIDA, SEM ÁGUA...

QUARENTA E OITO HORAS DEPOIS, SÃO PAULO ERA UM CAMPO DE BATALHA POR COMIDA E ÁGUA, UMA VIOLENTA LUTA PELA SOBREVIVÊNCIA. SUPERMERCADOS, ARMAZÉNS, RESTAURANTES, INVADIDOS E SAQUEADOS. PESSOAS ASSASSINADAS POR MÃES DE FAMÍLIA ENFURECIDAS, POR UM QUILO DE ARROZ MAL DISFARÇADO DENTRO DE UMA BOLSA.



NINGUÉM SABIA SE AQUILO ESTAVA ACONTECENDO APENAS EM SÃO PAULO, SÓ NO BRASIL, OU NO MUNDO INTEIRO. NÃO HAVIA NOTÍCIAS. HAVIA BOATOS E CORRERIA. EM MENOS DE UMA SEMANA, FAMÍLIAS INTEIRAS COMEÇARAM A DEIXAR A CIDADE EM BUSCA DOS PARENTES QUE VIVIAM NO INTERIOR OU NO LITORAL.



SEM A ENERGIA, HAVIA SE ACABADO A CIVILIZAÇÃO, POR MAIS PRECÁRIA E SUPERFICIAL QUE ELA TIVESSE SIDO. RICOS E POBRES, EDUCADOS E ANALFABETOS, SAUDÁVEIS E DOENTES ESTAVAM IGUALADOS NA FALTA DE ENERGIA, NA FOME, NA SEDE, NO FRIO.



OS MORTOS ERAM MAIS DE CEM MIL NOS PRIMEIROS DIAS, NOS HOSPITAIS SEM ENERGIA, NOS CONFRONTOS DE RUA, NOS SAQUES E NOS ASSALTOS. A POLÍCIA NÃO PODIA SE LOCOMOVER. REVÓLVERES E RIPIES NÃO FUNCIONAVAM MAIS. A PÓLVORA NÃO ESTOURAVA.

TUDO ERA QUEIMADO PARA COZINHAR A POUCA COMIDA QUE AINDA RESTAVA. JOÃO NÃO TEVE MAIS DÚVIDAS, EM UM MÊS, SÃO PAULO SERIA UMA CIDADE FANTASMA, APODRECEDA, VAZIA, MORTA. HAVIA ACABADO A ENERGIA, HAVIA ACABADO A CIVILIZAÇÃO COMO ELE A CONHECIA.



FIM

CARNIELLO

ANEXO II (SE#03) – COMPARAÇÃO ENTRE OS VOLUMES DOS PLANETAS E DO SOL.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
COMPARAÇÃO ENTRE OS VOLUMES DOS PLANETAS E DO SOL

Quando os livros didáticos abordam o tema “Sistema Solar”, geralmente apresentam uma figura esquemática do mesmo. Nesta figura o Sol e os planetas são desenhados sem escala e isto não é escrito no texto, o que permite ao aluno imaginar que o Sol e os planetas são proporcionais àquelas bolinhas (discos) lá desenhados. Apesar de não estarem em escala, os planetas maiores são representados por bolinhas grandes e os menores por bolinhas pequenas, mas sem nenhuma preocupação com escalas. Em alguns livros o diâmetro do Sol é comparável ao de Júpiter, o que é um absurdo, claro! Alguns livros apresentam, além das figuras esquemáticas, uma tabela com os diâmetros do Sol e dos planetas. Esta tabela também não ajuda muito, porque não se consegue imaginar as diferenças de tamanho dos planetas e do Sol apenas vendo os números dos seus diâmetros. Sugerimos abaixo um procedimento didático, que os alunos podem executar como tarefa extraclasse, reproduzindo (ou não) o material do professor e que permite visualizar corretamente a proporção dos tamanhos dos planetas e do Sol, sem recorrer aos valores reais dos seus diâmetros.

Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol através de esferas.

Para darmos uma visão concreta do tamanho dos planetas e do Sol, representamos o Sol por uma esfera de 80,0 cm de diâmetro e, conseqüentemente, os planetas serão representados, na mesma proporção, por esferas com os seguintes **diâmetros**:

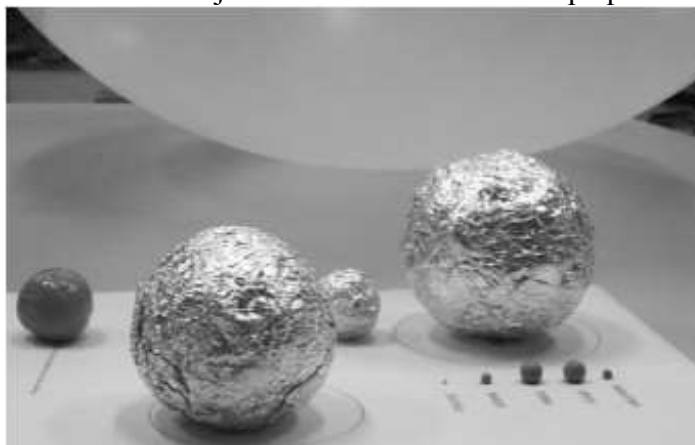
Mercúrio	Vênus	Terra	Marte	Júpiter	Saturno	Urano	Netuno	Plutão
2,9 mm	7,0 mm	7,3 mm	3,9 mm	82,1 mm	69,0mm	29,2 mm	27,9mm	1,3mm

Usamos jornal velho envolto em papel alumínio para fazer as esferas correspondentes aos planetas Júpiter e Saturno, que são os dois maiores. Basta amassar o jornal num volume maior do que o desejado, depois colocando o papel alumínio ao redor da bola de jornal é só ir amassando até ficar do tamanho desejado. As esferas dos demais planetas são feitas simplesmente amassando papel alumínio até que preencham o disco correspondente de cada planeta. Certamente quem se dispuser a procurar materiais alternativos para esta atividade, vai

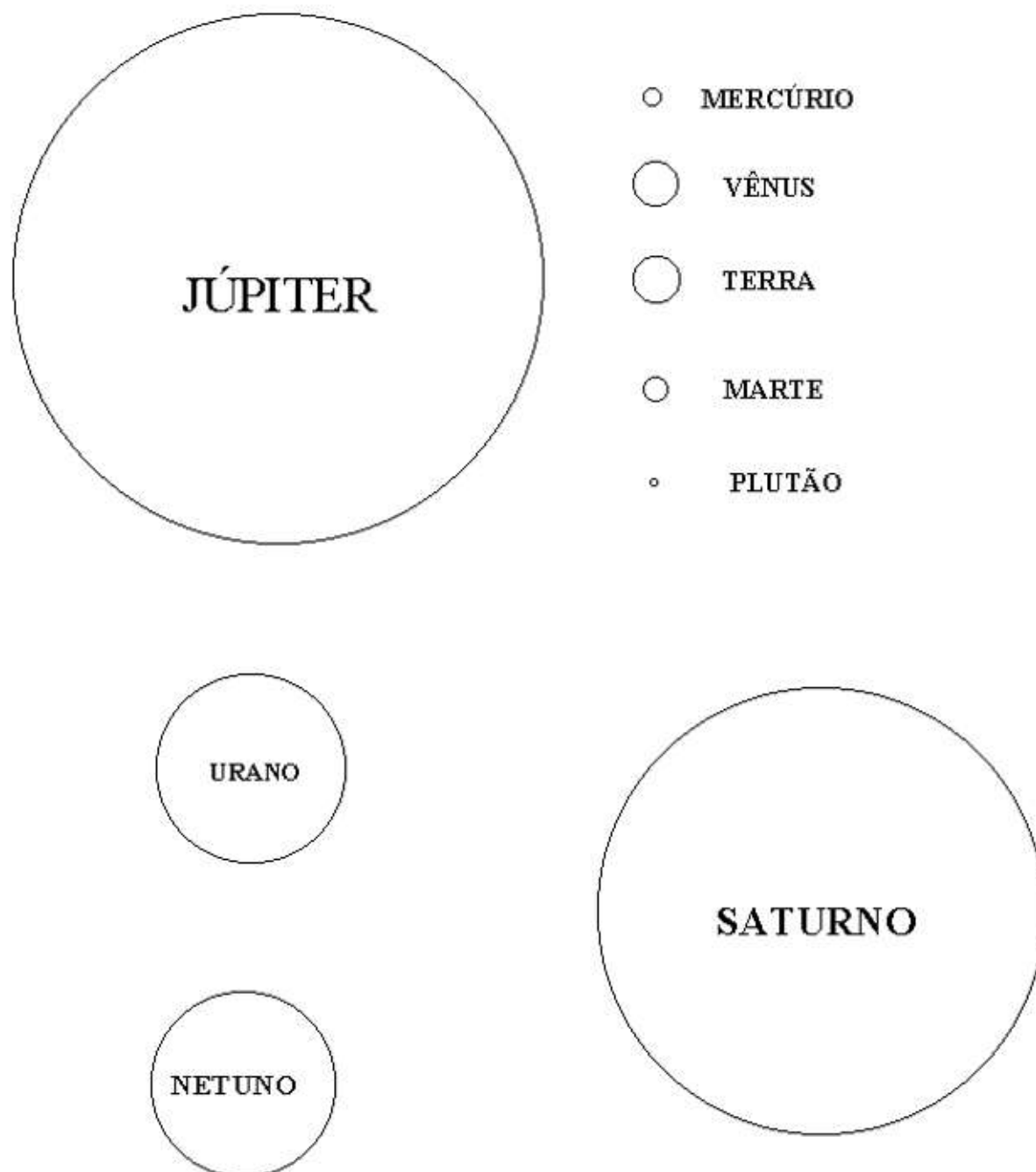
encontrar vários. Para representarmos o Sol, usamos um balão (amarelo, de preferência) de aniversário, tamanho gigante (aquele que geralmente é colocado no centro do salão de festas, com pequenos brindes dentro dela e é estourado ao final da festa), o qual é encontrado em casas de artigos para festas (ou atacadistas de materiais plásticos). Existem diversos tamanhos de balões gigantes, de diversos fabricantes e, portanto, de diversos preços.

Enchemos o balão no tamanho certo, usando um pedaço de barbante de comprimento (C) igual a 2,51 m, com as pontas amarradas, pois $C = 3,14 * D$, sendo $D = 0,80$ m (o diâmetro que o balão deve ter). À medida que o balão vai sendo inflado (na saída do ar do aspirador de pó, por exemplo), colocamos o barbante no seu equador até que ele circunde perfeitamente o balão. É fundamental que o barbante seja posicionado no equador (meio) do balão durante o enchimento, pois se ele ficar acima ou abaixo do equador, o balão poderá estourar, para a alegria da criançada. Esta atividade permite ver a gigantesca diferença de volume existente entre o Sol e os planetas. Só mesmo enchendo o balão e fazendo as bolinhas que representam os planetas, tomaremos consciência da enorme diferença que existe entre os volumes do Sol e dos planetas. Os alunos participam animadamente desta atividade. Esta é uma atividade que, uma vez feita, dificilmente se esquece, pois ela é muito marcante. Fica ainda como sugestão que na impossibilidade de se fazer esta atividade tal como descrita acima, ela seja feita só com discos. Emendam-se duas cartolinas amarelas e recorta-se um disco com 80 cm de diâmetro. Recorta-se e pinta-se também discos de papel com os diâmetros dos planetas e pronto: temos o Sistema Solar nas mãos para comparações, o que é melhor que tabelas com números e figuras desproporcionais. Veja na próxima página os discos dos planetas já desenhados, sobre os quais se deve colocar as bolinhas para se conferir que estão do tamanho correto. Logo abaixo dos discos mostramos como fica o sistema depois de pronto. Ao fundo da foto aparece uma pequenina parte do balão inflado com 80 cm de diâmetro representando do Sol.

Figura 1: Foto do sistema solar já montado. Ao fundo uma pequenina parte do “Sol”.



Discos dos planetas em proporção entre eles. Pode ser que devido à transformação em Word ou algo assim os discos não fiquem exatamente com as dimensões mencionadas no texto, porém ainda estarão em proporção.



ANEXO III (SE#03) - MODELO DIDÁTICO SOL E ESTRELAS DA VIA LÁCTEA EM ESCALA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE

CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA

MODELO DIDÁTICO SOL E ESTRELAS DA VIA LÁCTEA EM ESCALA

Introdução

Com esse modelo é possível comparar o Sol com algumas estrelas da Via Láctea: Betelgeuse, Antares e Rigel. Pode-se verificar não somente o raio que elas possuem, se comparado com o Sol, como analisar suas diferentes cores, resultado de suas temperaturas médias.

Descrição da Atividade:

Para darmos uma visão concreta do tamanho do Sol em relação a algumas estrelas da via Láctea, representamos o Sol por uma pequena esfera de 3,0 mm de diâmetro e as demais estrelas, na mesma proporção, por esferas com os seguintes diâmetros:

- Rigel – 15 mm
- Antares – 25 mm
- Betelgeuse – 35 mm

Figura 1: Modelo didático montado comparando o tamanho do Sol com algumas estrelas da Via Láctea: Betelgeuse, Antares e Rigel.



Algumas informações importantes:

Betelgeuse é uma super gigante vermelha, uma das maiores estrelas conhecidas, com diâmetro estimado em cerca de 900 vezes o do Sol, encontra-se na constelação de Órion.

Antares é a super gigante vermelha mais próxima de nós (aproximadamente 604 Ano-luz), com diâmetro cerca de 700 vezes o do Sol, encontra-se na Constelação de Escorpião.

Rigel é uma gigante Azul, 55.000 vezes mais brilhantes que o Sol, pertence à Constelação de Órion.

Sol possui diâmetro de 1.400.000 km e 333 mil vezes a massa da Terra.

Atividade desenvolvida pelo Grupo de Estudos em Educação em Astronomia - GeeA

ANEXO IV (SE#03) – APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA
APLICAÇÃO DO CONHECIMENTO

1. Como se dar o processo de geração de energia no interior do Sol?

2. Em quantas parte o Sol se dividi?

3. Quais as regiões existentes no interior do Sol? Descreva brevemente o que ocorre em cada uma delas.

4. Em quantas partes se divide a atmosfera solar? Descreva-as.

5. Descreva o fenômeno de granulação fotosférica.

6. Como são formadas as auroras boreais e austral?

7. Faça um resumo da importância do Sol para a vida na Terra.

SEQUÊNCIA DE ENSINO #04

Nascimento, Vida e Morte das Estrelas

SE#4 - Sequência de Ensino 4
Nascimento, vida e morte das estrelas.
<p>AUTORES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Danilo Olímpio de Aquino – Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM) • Ciclamio Leite Barreto – Docente do Departamento de Física e do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Naturais e Matemática (PPGECNM)
<p>CONTEÚDOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Formação e evolução estelar
<p>OBJETIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investigar o conhecimento prévio dos alunos acerca do ciclo evolutivo das estrelas; • Descrever o nascimento de uma estrela; • Discutir o processo evolutivo da estrela, após o seu nascimento; • Entender a formação dos elementos químicos durante o processo evolutivo da estrela e a partir de seu estágio de supernova; • Compreender os estágios finais das estrelas, de acordo com a sua massa; • Realizar, juntamente com os alunos, uma auto avaliação do curso.
<p>VISÃO GERAL</p> <p>A princípio o professor investigará as concepções prévias dos alunos sobre o ciclo evolutivo das estrelas, a partir de uma série de questões previamente elaboradas que serão respondidas pelos alunos. Após a sistematização das respostas e o recolhimento das mesmas por parte do professor para fins avaliativos, inicia-se a explanação do conteúdo a partir do nascimento das estrelas. Dando continuidade, discutiremos o processo evolutivo das estrelas, após o seu nascimento. Em seguida, a partir de uma situação-problema envolvendo uma notícia fictícia de uma empresa de creme dental, discutiremos a formação dos elementos químicos durante o processo evolutivo da estrela e a partir do estágio de supernova. Ao final descreveremos os estágios finais das estrelas, de acordo com a sua massa e retornaremos às questões da problematização inicial a fim de avaliar os conhecimentos incorporados pelos alunos durante a aula. Por fim, realizaremos uma auto-avaliação do curso.</p>

CRONOGRAMA

4 aulas de 50 (cinquenta) minutos, distribuídos de acordo com o cronograma:

Tempo	Atividade
50 minutos	Etapa 1 – Problematização Inicial
100 minutos	Etapa 2 – Organização do Conhecimento
50 minutos	Etapa 3 – Aplicação do Conhecimento

RECURSOS/MATERIAIS

- Lousa da sala de aula e pincéis
- Computador
- Projetor multimídia

PERCURSO METODOLOGICO/ATIVIDADES

O percurso metodológico encontra-se, como consta no cronograma, dividido em três etapas:

Etapa I – Problematização inicial

A problematização inicial que trata esta etapa será composta pelas seguintes questões:

1. Como nasce uma estrela?
2. Uma empresa, fictícia, de creme dental investiu em uma propaganda intitulada: Dentol, O Creme Dental das Estrelas. Com o objetivo de convencer os seus clientes a respeito desta afirmação, a empresa utilizou o seguinte argumento:

“Você já parou para verificar a quantidade de flúor presente em seu creme dental? Não? Então escolha o melhor, Dentol. O único creme dental do mercado que possui a quantidade de flúor necessária para uma boca mais limpa. De onde vem o flúor? O flúor que é encontrado nos cremes dentais vem das estrelas que morreram a bilhões de anos em nossa galáxia. Duvida? Então use o creme dental Dentol e sinta-se como uma estrela.”

O que você diria desta afirmação? Existe alguma relação entre o flúor utilizado no creme dental com as estrelas ou isto é apenas marketing? Justifique.

3. Todas as estrelas terão o mesmo destino? Ou seja, terminarão as suas vidas da mesma forma? Justifique.
4. O que é uma Supernova?
5. Os buracos negros são buracos no espaço? Justifique.

Etapa II – Organização do conhecimento

Após a sistematização das respostas e o recolhimento das mesmas para fins avaliativos, o professor dará continuidade à explanação do conteúdo em slides digitais, visando atender a todos os objetivos propostos por este plano, a começar pelo processo de formação de uma estrela. Logo em seguida discutirá o processo evolutivo da estrela, após o seu nascimento. Retornando a questão de problematização número 2 desta sequência, o professor descreverá a formação dos elementos químicos durante o processo evolutivo da estrela e a partir de seu estágio de supernova. Para isto, partirá de onde tudo começou, o Big Bang. Compreendido o processo de formação dos elementos químicos e sua relação com as estrelas, o professor explicará os possíveis estágios finais das estrelas, de acordo com a sua massa.

Etapa III – Aplicação do Conhecimento

Nesta etapa retornaremos as questões da problematização inicial, a fim de avaliarmos os conhecimentos incorporados pelos alunos durante a aula. Sendo assim, pediremos aos alunos que refaçam tais questões, para compararmos com as respostas dadas durante a etapa de problematização.

AValiação:

Ao falar de avaliação é importante ressaltar que a mesma deve acompanhar todo o processo de aprendizagem e não só um momento privilegiado. Assim, o processo avaliativo dar-se-á de forma contínua por meio das atividades desenvolvidas durante a aplicação desta sequência. Além disso, está prevista uma avaliação qualitativa (Anexo I) final do curso de extensão envolvendo os alunos com suas visões sobre o curso, como o mesmo afetou sua visão de mundo e como se posicionam agora, depois deste curso, frente não apenas às estrelas, mas em relação à Astronomia como área científica. No ensino médio regular, o conteúdo deste curso deverá fazer parte integrante da avaliação periódica (bimestral ou trimestral) prevista pelo professor.

O QUE DIZEM OS DOCUMENTOS OFICIAIS

Nesta aula pretende-se contemplar as competências e habilidades sugeridas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (BRASIL, 2000) e nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (2002):

PCN (BRASIL, 2000)	
Representação e comunicação	
Competências	Habilidades
Desenvolver a capacidade de comunicação.	<ul style="list-style-type: none"> • Produzir textos adequados para relatar experiências, formular dúvidas ou apresentar conclusões.
Investigação e compreensão	
Competências	Habilidades
Desenvolver a capacidade de questionar processos naturais e tecnológicos, identificando regularidades, apresentando interpretações e prevendo evoluções. Desenvolver o raciocínio e a capacidade de aprender.	<ul style="list-style-type: none"> • Procurar e sistematizar informações relevantes para a compreensão da situação-problema. • Desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos e naturais. • Elaborar estratégias de enfrentamento das questões. • Fazer uso dos conhecimentos da Física para explicar o mundo natural e para planejar, executar e avaliar intervenções práticas.
Contextualização sócio-cultural	
Competências	Habilidades
Compreender e utilizar a ciência, como elemento de interpretação e intervenção, e a tecnologia como conhecimento sistemático de sentido prático.	<ul style="list-style-type: none"> • Associar conhecimentos e métodos científicos com a tecnologia do sistema produtivo e dos serviços.
PCN + (BRASIL, 2002)	
Representação e comunicação	
Análise e interpretação de textos e outras comunicações de ciência e tecnologia	
Competências	Habilidades
Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios.	<ul style="list-style-type: none"> • Acompanhar o noticiário relativo à ciência em jornais, revistas e notícias veiculadas pela mídia, identificando a questão em discussão e interpretando, com objetividade, seus significados e

		implicações para participar do que se passa à sua volta.
Discussão e argumentação de temas de interesse de ciência e tecnologia		
Competências		Habilidades
Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.		<ul style="list-style-type: none"> Compreender e emitir juízos próprios sobre notícias com temas relativos à ciência e tecnologia, veiculadas pelas diferentes mídias, de forma analítica e crítica, posicionando-se com argumentação clara.
Investigação e compreensão		
Estratégias para enfrentamento de situações-problema		
Competências		Habilidades
Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la.		<ul style="list-style-type: none"> Frente a uma situação ou problema concreto, reconhecer a natureza dos fenômenos envolvidos, situando-os dentro do conjunto de fenômenos da Física e identificar as grandezas relevantes, em cada caso.
Relações entre conhecimentos disciplinares, interdisciplinares e Interáreas		
Competências		Habilidades
Articular, integrar e sistematizar fenômenos e teorias dentro de uma ciência, entre as várias ciências e áreas de conhecimento.		<ul style="list-style-type: none"> Adquirir uma compreensão cósmica do Universo, das teorias relativas ao seu surgimento e sua evolução.
REFERÊNCIAS DA SE#04		
ARANY-PRADO, Lilia Irmeli. À Luz das Estrelas: Ciência através da Astronomia. São Paulo: DP&A Editora, 2006.		
BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMT, 2000.		
BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMT, 2002.		
CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. Astronomia Interdisciplinar: Vida e morte das estrelas. Natal, RN: EDUFRN, 2007.		
HORVATH, J. E. O ABCD da Astronomia e Astrofísica. São Paulo: Editora Livraria da		

Física, 2008.

MEDEIROS, José Renan. Nascimento, vida e morte das estrelas. In: IVANISSEVICH, Alicia; WUENSCHÉ, Carlos Alexandre; ROCHA, Jaime Fernando Villas da. **Astronomia Hoje**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2010.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Departamento de Astronomia, Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

REFERÊNCIAS

ARANY-PRADO, Lilia Irmeli. **À Luz das Estrelas**: Ciência através da Astronomia. São Paulo: DP&A Editora, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio**: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

BRETONES, Paulo S.: ***O que é Astronomia?*** Usado como Texto de Apoio, 2013. Disponível em <http://www.erea.ufscar.br/?q=noticia/o-que-%C3%A9-astronomia>; Acesso em: 25 de set. 2017

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: Contemplando o céu. Natal, RN: EDUFRN, 2007a.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: Vida e morte das estrelas. Natal, RN: EDUFRN, 2007b.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: O Sol. Natal, RN: EDUFRN, 2007c.

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

JEWETT JUNIOR, John W; SERWAY, Raymond A. **Física para cientistas e engenheiros, volume 4**: Luz, Óptica e Física Moderna. Tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Roberto Grandini. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

LANGHI, Rodolfo. **Aprendendo a ler o Céu**: Pequeno guia prático para a Astronomia Observacional. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

MEDEIROS, José Renan. Nascimento, vida e morte das estrelas. In: IVANISSEVICH, Alicia; WUENSCHÉ, Carlos Alexandre; ROCHA, Jaime Fernando Villas da. **Astronomia Hoje**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2010.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia**: ensino fundamental e médio. Brasília : MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.

OLIVEIRA FILHO, Kepler de Souza; SARAIVA, Maria de Fátima Oliveira. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Departamento de Astronomia, Instituto de Física Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2014.

SILVA, Cylon Gonçalves da. **De Sol a Sol**: Energia no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

APÊNDICE D - FICHA DE AVALIAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA TERRA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS NATURAIS E MATEMÁTICA



Ficha de Avaliação do Curso de Extensão			
O objetivo deste questionário é avaliar a qualidade deste curso e a viabilidade de aplicá-lo no Ensino Médio. Portanto, não é necessário identificar-se.			
Como você avalia:			
1. A metodologia adotada no curso			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
2. A utilização dos recursos didáticos			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
3. Adequação das atividades desenvolvidas			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
4. A clareza, o domínio e a segurança na exposição dos conteúdos por parte do ministrante			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
5. Articulação entre teoria e prática			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
6. A Carga horária do curso foi			
() Adequada	() Escassa	() Excessiva	
7. A sua avaliação sobre o seu desempenho pessoal			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
8. A viabilidade de se aplicar este material no Ensino Médio			
() Excelente	() Boa	() Ruim	() Péssima
Caso deseje, utilize o espaço abaixo para fazer outros comentários, sugestões, críticas etc.			
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			

APÊNDICE E - CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DO CURSO DE EXTENSÃO



CE
Curso
de
Extensão

ESTRELAS
O UNIVERSO ALÉM DO SISTEMA SOLAR

Público-Alvo: Licenciandos do Curso de Física
IFRN, Campus Caicó

Carga Horária: 16 horas (Com Certificado)

Local: IFRN, Campus Caicó

Datas/Horários: 16/03: 18h às 22h
19/03: 8h às 12h
26/03: 8h às 12h
02/04: 8h às 12h

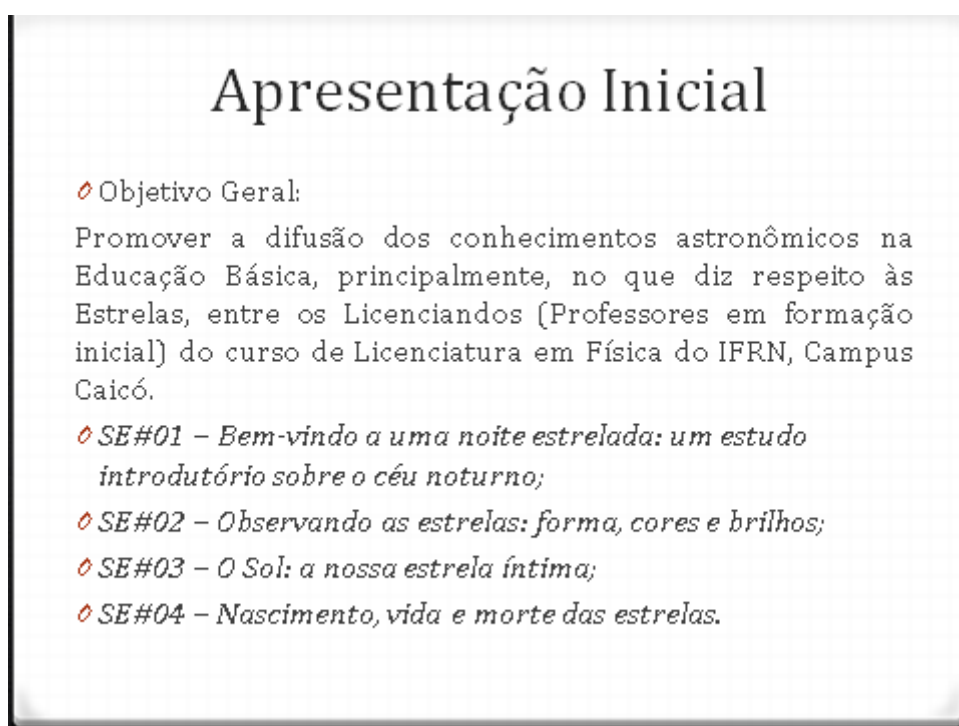
Inscrições:
sigaa.ufrn.br
VAGAS LIMITADAS

Ministrante:
Danilo O. de Aquino
Mestrando do PPGECONM

Coordenador::
Ciclamio L. Barreto
Professor do Depto. de Física/UFRN

Apoio:
UFRN DFTE PPGECONM CAPES

APÊNDICE F – SLIDES UTILIZADOS NO PRIMEIRO ENCONTRO



SE#01 – Bem-vindo a uma noite estrelada: Um estudo introdutório sobre o céu noturno

- Tem como objetivo principal levar os alunos a uma familiarização com o céu noturno, que por muitas vezes passa despercebido. Para isto, realizaremos uma observação a olho nu, que permita a interação dos alunos com este laboratório natural, chamado céu.

SE#02 – Observando as estrelas: forma, cores e brilhos

- Discutiremos a forma das estrelas, bem como o conceito de temperatura e sua relação com a cor das estrelas, utilizando a teoria de Planck da radiação de corpo negro. Depois introduzimos os conceitos de luminosidade e brilho, e apresentaremos a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama HR. Esta sequência, portanto, visa proporcionar aos alunos um conhecimento mais apropriado da natureza das estrelas.

SE#03 – O Sol: a nossa estrela íntima

- Discutiremos as características básicas do Sol, tais como tamanho, estrutura (interior e exterior), cor, brilho, bem como sua posição na sequência principal das estrelas. Além disso, compararemos o tamanho do Sol com o dos planetas, bem como com o tamanho de algumas estrelas. Assim, ao final destas sequências, os estudantes terão incorporados alguns conhecimentos básicos acerca da nossa estrela.

SE#04 – Nascimento, vida e morte das estrelas

- Abordaremos o processo evolutivo das estrelas desde o seu nascimento até os seus possíveis estágios finais.

Problematização Inicial

◊ Nesta atividade, iremos contemplar o céu noturno, fazendo uma observação sistematizada.

1. Diante deste laboratório natural, chamado céu, pegue uma folha de tatame, deite-se com as costas sobre o chão e passe cerca de 10 minutos em silêncio, contemplando o céu - planetas, estrelas, constelações etc. - e pensando como você o descreveria.
2. Depois deste momento inicial, fique de pé e identifique o caminho descrito pela linha do horizonte. Esta é a linha imaginária delimitada pelo "encontro" do chão com o céu, quando olhamos para longe, até perder as coisas da vista. Como lhe parece ser a forma da Terra? Registre com desenhos e observações a sua percepção do horizonte e da forma da Terra nesse instante.
3. Você consegue identificar alguma estrela ou planeta? Se sim, como diferencia-los?
4. Defina o que é constelação. Você consegue identificar alguma? Qual? Registre o desenho da mesma.
5. Suponha que uma pessoa encontra-se neste exato momento observando o céu em um país da Europa, ela veria as mesmas estrelas que você? Justifique
6. As estrelas estão sempre à mesma distância uma das outras? Justifique

O que é Astronomia?

◊ Ciência que estuda os corpos celestes (como estrelas, planetas, cometas, nebulosas, aglomerados de estrelas, galáxias) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007) (NOGUEIRA; CANALLE, 2009) (BRETONES, 2013).



Astronomia versus Astrologia

- ◊ De modo geral, a Astrologia supõe que há uma relação entre padrões formados pelas posições dos astros e os acontecimentos na vida das pessoas (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a, p. 18).

Quando nasceu a Astronomia?

- ◊ Não sabemos ao certo quando nasceu a Astronomia, no entanto, sabemos que a mesma está enraizada na história da humanidade.
- ◊ Um exemplo disso, são os mais velhos registros (cerca de 7.000 a.C.) feitos pelas mais antigas civilizações, tais como a chinesa, a babilônica e a egípcia (CANIATO, 2011).

Os chineses, por exemplo, foram motivados pelas técnicas de navegação astronômica, baseando-se, principalmente, pela estrela Polar, que se encontrava em uma única direção (Norte) (CANIATO, 2013). Além disso, os chineses contavam com o auxílio catalográfico das estrelas, o qual, segundo Chassot (1994), fazia referência a 1.464 estrelas, agrupadas em 284 constelações, sendo cada estrela numerada e localizada em coordenadas.



Os babilônios, por sua vez, desenvolveram a Astronomia motivados:

- pela agricultura (CAPOZZOLI, 2011);
- pela religião (CANIATO, 2013);
- pela Astrologia (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a);
- Pela necessidade de medir a passagem do tempo;

Todos esses fatos contribuíram para que os astrônomos babilônios catalogassem cuidadosamente hora, brilho e cor das estrelas e planetas, ao despontarem no horizonte (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).

- ◊ No caso dos egípcios, a Astronomia possuía um caráter um pouco mais prático, talvez a maior de todas, que possibilitou o desenvolvimento da Astronomia entre os Egípcios eram as cheias do Rio Nilo (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).
- ◊ Além disso, as monumentais pirâmides egípcias também possuem sua relação com a Astronomia (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a) (CANIATO, 2011).



- ◊ Assim, a medida em que interagia com este laboratório natural, chamado céu, o homem foi adquirindo informações que lhe permitiu associar suas atividades terrestres com o movimento dos astros na esfera celeste.

O que é a Esfera celeste?

- ◊ A esfera celeste é uma abstração que facilita a compreensão dos movimentos aparentes dos astros. Trata-se, portanto, de uma esfera imaginária, incrustada de estrelas, de raio arbitrariamente grande, em cujo centro está a Terra (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a) (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2014).

Para entender melhor...

- ◊ Durante a observação como lhe pareceu ser o formato da Terra?

É muito comum que essa observação gere as seguintes ideias: a Terra é como um disco achatado, com as estrelas todas a uma mesma distância de nós, sobre uma casca esférica no céu.

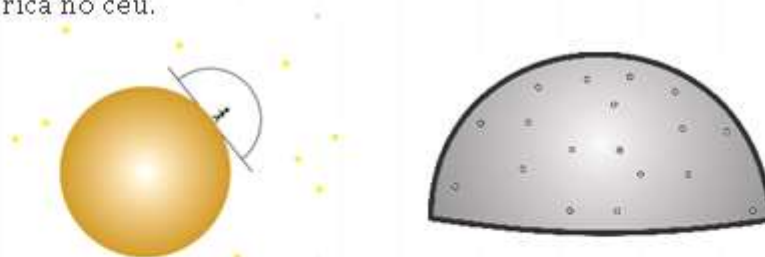
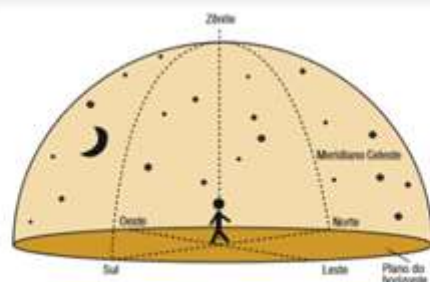


Figura 1 - Percepção do céu e da forma da Terra, muito frequente ao se observar o céu em local aberto.



Na Figura são apresentados alguns pontos de referência, os quais costumam ser utilizados localmente por um observador para se referir a objetos da esfera celeste: o zênite e o plano do horizonte. O zênite, para um observador específico, é o ponto localizado acima da sua cabeça, sobre a vertical do lugar em que ele se encontra. O plano do horizonte, por sua vez, é o plano perpendicular à linha que une o observador ao seu zênite. Nesse mesmo contexto, podemos introduzir o nadir, que é o ponto oposto ao zênite do observador.

A Esfera Celeste ao alcance das mãos



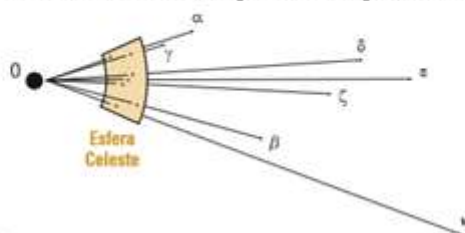
O que é uma constelação?

◊ A um conjunto de estrelas que, vistas de onde estamos, nos sugerem uma associação a algum padrão conhecido, chamamos de constelação (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007a).



Importante!

Esses padrões, de fato, não se baseiam nas posições reais das estrelas. A figura a seguir, por exemplo, mostra uma situação em que as estrelas κ e β , mais afastadas entre si do que o par α e γ , são vistas por um observador como se estivessem bem mais próximas entre si, influenciando os padrões que ele irá identificar no céu.



O Cruzeiro do Sul numa caixa de papelão



Como identificar/distinguir uma estrela de um planeta a olho nu?

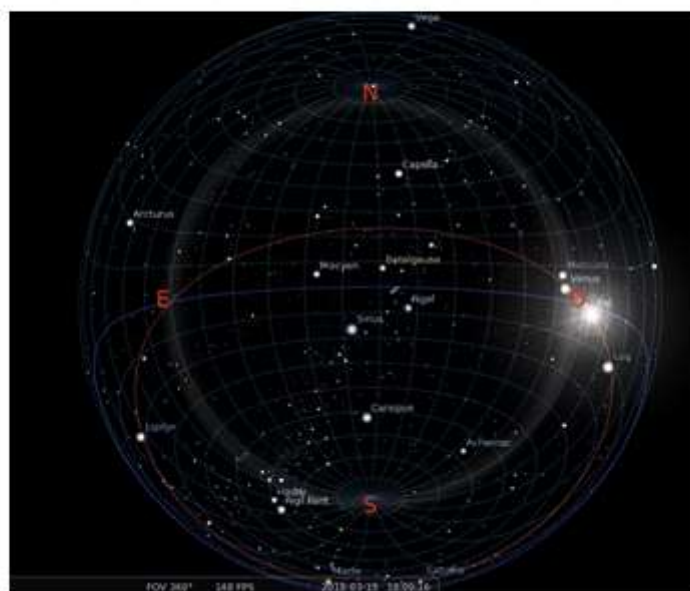
- ◊ A diferença entre as estrelas e os planetas quando observados a olho nu se dá por dois motivos: pela oscilação de brilho, as estrelas "piscam" e os planetas têm um brilho fixo; segundo, em um curto período de tempo, as estrelas não variam de posição em relação à esfera celeste, já os planetas mudam de posições em relação à esfera celeste, o que é visto na forma de um movimento entre as estrelas (REMBOLD, 2011) (LANGHI, 2012).

O Stellarium como ferramenta paradidática

- ◊ Stellarium é um software gratuito que mostra um céu realista em três dimensões igual ao que se vê a olho nu, com binóculos ou telescópio.



A esfera Celeste no Stellarium



APÊNDICE G – SLIDES UTILIZADOS NO SEGUNDO ENCONTRO



SE#02 – Observando as estrelas: forma, cores e brilhos

➤ Objetivo Geral:

- Proporcionar aos alunos um conhecimento mais apropriado da natureza das estrelas.

➤ Objetivos específicos

- Descrever a natureza das estrelas (O que são e de que são formadas);
- Discutir a forma das estrelas, bem como o conceito de temperatura e sua relação com a cor das estrelas, utilizando a teoria de Planck da radiação de corpo negro.
- Introduzir os conceitos de luminosidade e brilho
- Apresentar a classificação das estrelas conforme a sua posição no diagrama HR.

Problematização Inicial

Nesta etapa retornaremos as anotações feitas durante a observação desenvolvida na Sequência de Ensino 01 – SE#01.

1. Você saberia conceituar o que são as Estrelas do Universo e de que são formadas? Em caso afirmativo, escreva aqui a sua versão desse conceito:
2. Durante a observação desenvolvida na SE#01, você deve ter percebido que as estrelas parecem cintilar (piscar) no céu. Por que isso ocorre?
3. O que você diria sobre o formato das estrelas? (Se necessário, desenhe)
4. Você observou que algumas estrelas são amarelas, outras vermelhas e outras azuis? Saberá dizer o porquê?
5. Ao observar as Estrelas, você deve ter percebido que algumas estrelas possuem um brilho mais intenso que outras. Como você justificaria isso?
6. Existe alguma diferença entre luminosidade e brilho de uma estrela? Justifique sua resposta

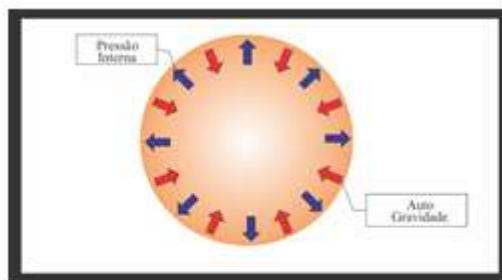
O que é uma Estrela?

As Estrelas são corpos celestes formados por um gás superaquecido (gás ionizado) denominado plasma, que sob altíssimas pressões e temperaturas emitem radiação eletromagnética para o espaço interestelar, fruto da fusão termonuclear que ocorre em seu interior. Nesse processo o hidrogênio funde-se em hélio e, posteriormente, em elementos mais pesados (CAPELATO, 2003) (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007) (KEPLER, 2015).



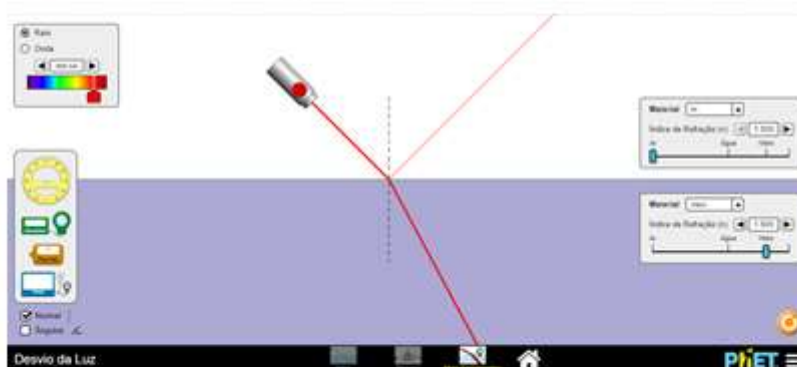
E o formato das estrelas?

O formato das estrelas mais coerente com os modelos científicos é aquele no qual as estrelas são esféricas (IACHEL, 2011).



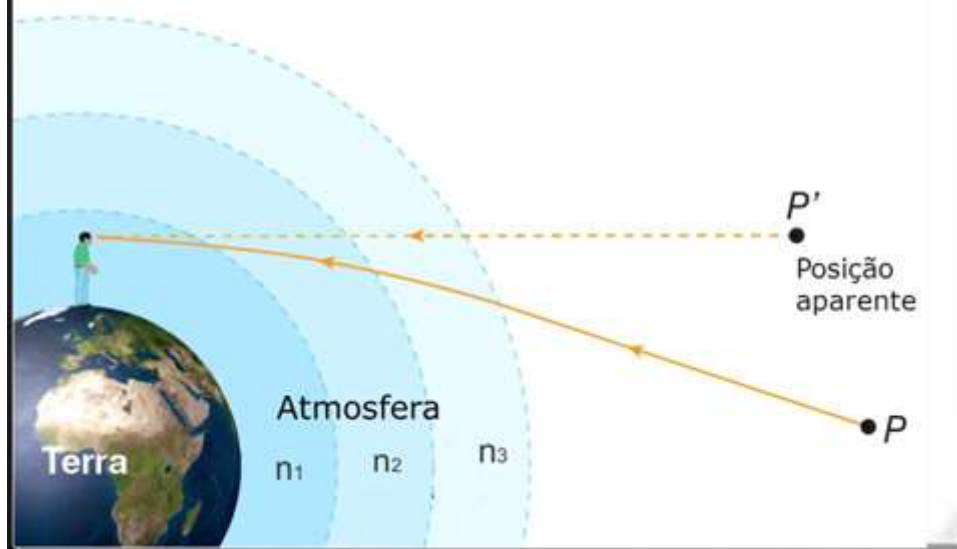
Por que as estrelas parecem cintilar (piscar) no céu?

Para entendermos, vamos recorrer as Leis da refração:



Simulador disponível em: <https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light.pt.BR.html>

Refração atmosférica

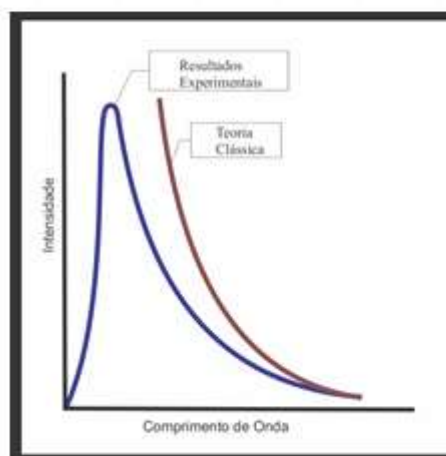


A radiação do corpo negro e a hipótese de Planck

◊ A lei de Rayleigh-Jeans e a Catástrofe ultravioleta

$$I(\lambda, T) = \frac{2\pi c k_B T}{\lambda^4}$$

$k_B = 1.38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
(Constante de Boltzmann)

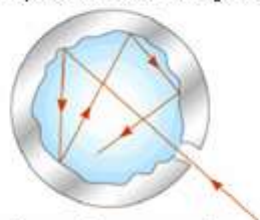


A radiação do corpo negro e a hipótese de Planck

- Um corpo negro é um sistema ideal que absorve toda radiação que incide sobre ele (JEWETT JUNIOR; SERWAY, 2012)
- Em 1900, Max Planck desenvolveu uma teoria da radiação de corpo negro que leva a uma equação para $I(\lambda, T)$ que corresponde totalmente aos resultados experimentais para todos comprimento de onda.

A radiação do corpo negro e a hipótese de Planck

- A abertura de uma cavidade dentro de um corpo oco é uma boa aproximação de um corpo negro:



- Para obter sua lei de radiação, Planck fez a hipótese de que a emissão e a absorção da energia radiada pelos osciladores das paredes não se dava em quantidades contínuas, mas sim, em quantidades discretas, na forma de "quanta de energia": $E = h \cdot f$

Onde h é a constante de Planck e vale: $6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$

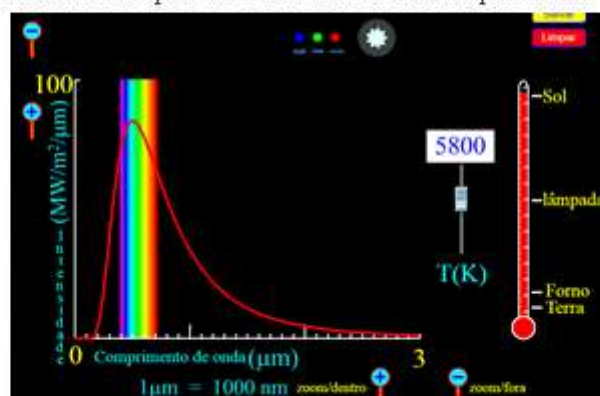
A radiação do corpo negro e a hipótese de Planck

- Isso indicava que o movimento dos osciladores nas paredes da cavidade deveria apresentar apenas valores discretos (quantizados) de energia, e não contínuos, como se acreditava.

$$E = n \cdot h \cdot f$$

A cor de uma Estrela

- De acordo com a teoria da radiação emitida por um corpo negro, a cor de uma estrela é determinada pela temperatura em que se encontra a sua superfície.

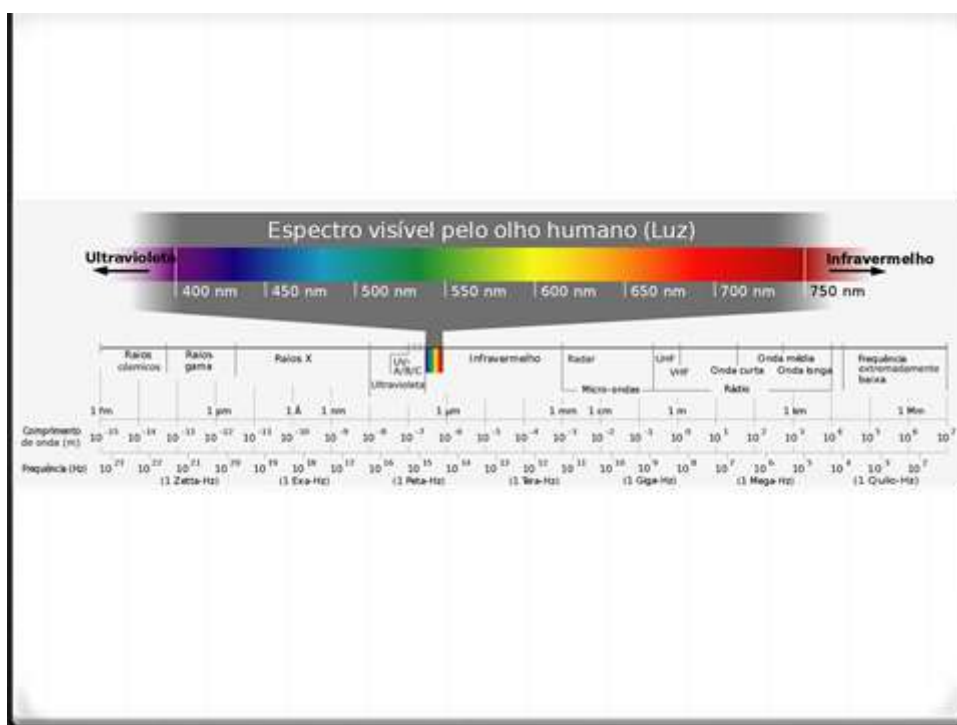


Simulador disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/blackbody-spectrum/blackbody-spectrum_pt_BR.html

A lei de deslocamento de Wien e a cor de um corpo por radiação

◊ A lei de deslocamento de Wien diz que o comprimento de onda no pico da curva é inversamente proporcional à temperatura absoluta da superfície do corpo; isto é, quando a temperatura aumenta, o pico se “desloca” para comprimentos de onda mais curtos. Este comportamento é descrito pela relação a seguir:

$$\lambda_{max} = \frac{2,8977685 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}}{T}$$



Então, por que algumas estrelas são amarelas, outras vermelhas e outras azuis?



Luminosidade e brilho das estrelas

Quando observamos uma estrela no céu, notamos que algumas são mais brilhantes do que outras. No entanto, como elas estão a diferentes distâncias, não podemos afirmar quais delas são realmente mais luminosas. Por essa razão, é necessário que você conheça os conceitos de brilho e luminosidade.

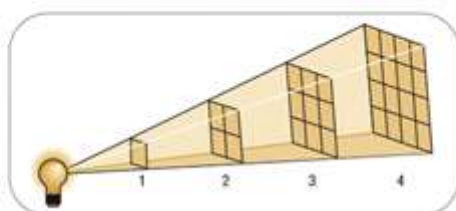
- A luminosidade L é a quantidade de energia que a estrela emite por unidade de tempo. O Sol, por exemplo, emite aproximadamente $3,8 \times 10^{26}$ J/s (joules por segundo), ou seja, $3,8 \times 10^{26}$ W. A luminosidade é uma característica intrínseca da estrela e não depende da distância a que o observador se encontre da mesma (CARVALHO FILHO, 2007, p.4).

Luminosidade e brilho das estrelas

- ◊ O brilho das estrelas depende de duas variáveis: da luminosidade e da distância a que nos encontramos da estrela (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007). Matematicamente falando:

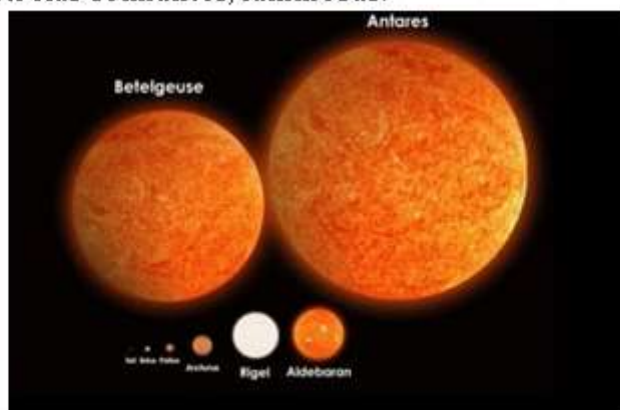
$$B = \frac{L}{4\pi d^2}$$

- ◊ Para entendermos melhor:



Luminosidade e brilho das estrelas

- ◊ As estrelas gigantes vermelhas, de temperaturas relativamente baixas, tem uma grande área superficial, por isso são estrelas brilhantes, luminosas.



Luminosidade e brilho das estrelas

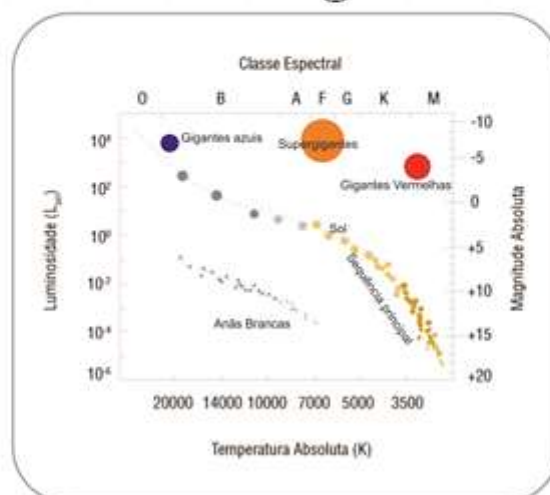
- ◊ Outra maneira de medir o brilho aparente das estrelas é a magnitude. Esse método foi criado na Grécia antiga por Hiparco por volta do século II a.C.
- ◊ Nessa escala de medida, o brilho das estrelas é dividido em seis magnitudes, de forma que as estrelas mais brilhantes possuem magnitude 1 e as menos brilhantes, magnitude 6. É uma escala definida a partir da observação a olho nu, na qual as estrelas de magnitude 6 estão no limite de visibilidade do olho, sendo necessário, para observar uma estrela com magnitude superior a essa, usar algum tipo de instrumento como, por exemplo, um telescópio. (CARVALHO FILHO, 2007, p. 5).

Classificação das estrelas

- ◊ As estrelas diferem entre si em uma variedade de aspectos: temperatura, luminosidade, composição química, massa etc. Com base nesses parâmetros, alguns obtidos a partir da fotometria, e outros pela espectroscopia, foram criados sistemas de classificação das estrelas.
- ◊ Na classificação internacionalmente adotada, as estrelas são agrupadas em classes que recebem a seguinte denominação: O, B, A, F, G, K e M.

Tipo espectral	Temperatura (K)	Coloração
O	25000-50000	Azul
B	11000-25000	Azulada
A	7500-11000	Branca
F	6000-7500	Branco-amarelado
G	5000-6000	Amarelo
K	3500-5000	Laranja
M	2700-3500	Vermelha

O diagrama de Hertzsprung-Russell - Diagrama HR



Construindo o diagrama HR com Massa de modelar

	Classe espectral	Luminosidade (L/L_{\odot})	Temperatura (K)	Cor
1		10^6	3500	
2		10^5	10.000	
3		10^4	30.000	
4		10^0	6.500	
5		10^4	4.000	
6		10^{-3}	2.700	
7		10^{-3}	11.000	
8		10^{-3}	15.000	
9		10^{-3}	5.200	
10		10^{-4}	7600	

Aplicação do conhecimento

✎ A fim de avaliarmos o conhecimento incorporado pelos alunos durante a aula, retornaremos as questões da problematização inicial e pediremos aos mesmos que as refaçam após a explanação do conteúdo.

1. O que são as Estrelas do Universo e de que são formadas?
2. Por que as estrelas parecem cintilar (piscar) no céu?
3. O que você diria sobre o formato das estrelas? (Se necessário, desenhe)
4. Por que algumas estrelas são amarelas, outras vermelhas e outras azuis?
5. Por que algumas estrelas possuem um brilho mais intenso que outras?
6. Qual a diferença entre luminosidade e brilho de uma estrela?

Referências

ARANTY-PRADO, Lúcia Irmeli. *À Luz das Estrelas: Ciência através da Astronomia*. São Paulo: DP&A Editora, 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEMT, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília: MEC/SEMT, 2002.

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Anta Stella de Medeiros. *Astronomia Interdisciplinar: Vida e morte das estrelas*. Natal, RN: EDUFRN, 2007.

LANGHI, Rodolfo. *Aprendendo a ler o Céu: Pequeno guia prático para a Astronomia Observacional*. 2 ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

SILVA, Cydon Gonçalves da. *De Sol a Sol: Energia no século XXI*. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

JEWETT JUNIOR, John W.; SERWAY, Raymond A. *Física para cientistas e engenheiros*, volume 4: Luz, Óptica e Física Moderna. Tradução All Tasks; revisão técnica Carlos Roberto Grandini. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

APÊNDICE H – SLIDES UTILIZADOS NO TERCEIRO ENCONTRO



CE
Curso
de
Extensão

ESTRELAS
O UNIVERSO ALEM DO SISTEMA SOLAR

O Sol: a nossa estrela íntima

Ministrante:
Danilo O. de Aquino
Mestrando do PPGECONM

Coordenador:
Ciclamio L. Barreto
Professor do Depto. de Fisica/UFRN

Apoio:
UFRN DFTE

Problematização Inicial

Texto extraído: SILVA, Cylon Gonçalves da. *De Sol a Sol: a energia no século XXI*. São Paulo: Oficina de textos, 2010.



SE#03 – O Sol: a nossa estrela íntima

- ◊ Discutiremos, a partir do processo de geração de energia no interior do Sol, a dependência das demais energias terrestre em relação à energia solar. Discutiremos, ainda, as características básicas do Sol, tais como tamanho, estrutura (interior e exterior), cor, brilho, bem como sua posição na sequência principal das estrelas. Além disso, compararemos o tamanho do Sol com o dos planetas, bem como com o tamanho de algumas estrelas. Assim, ao final destas sequências, os estudantes terão incorporados alguns conhecimentos básicos acerca da nossa estrela.

Sol: Fonte de energia e de vida!

O Sol, nossa fonte de luz e de vida, é a estrela mais próxima de nós, por esse motivo, serve de base para o conhecimento das demais estrelas.

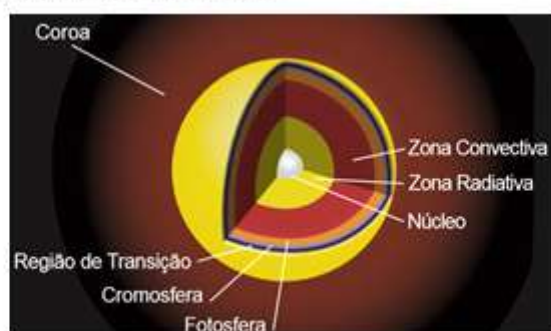
A energia gerada pelo Sol irradia-se por todo o espaço, aquece e ilumina a Terra. Toda vida no nosso planeta depende dessa fonte de energia. Sem a presença do Sol, não haveria vida na Terra; pois quase todos os fenômenos atmosféricos são uma consequência do aquecimento produzido por ele.

Características gerais do Sol

Massa	$M_{\odot} = 1,989 \times 10^{30} \text{ kg}$
Raio	$R_{\odot} = 6,960 \times 10^8 \text{ m}$
Distância média da Terra	$1 \text{ UA} = 1,496 \times 10^8 \text{ km}$
Temperatura superficial	$T = 5800 \text{ K}$
Luminosidade	$3,8 \times 10^{26} \text{ J/s.}$
Tipo Espectral	G2
Composição química	Hidrogênio = 91,2 % Hélio = 8,7 % Oxigênio = 0,078 % Carbono = 0,049 %
Período de Rotação	25 dias

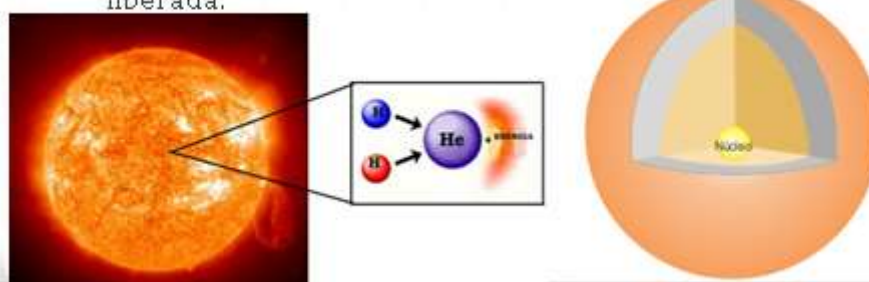
A estrutura do Sol

O Sol pode ser dividido em duas partes: o interior do Sol e a atmosfera solar. O interior é composto do Núcleo, Zona radiativa e Zona convectiva. A parte mais externa do Sol, referida de atmosfera solar é composta de 3 camadas: a fotosfera, a cromosfera e a coroa.



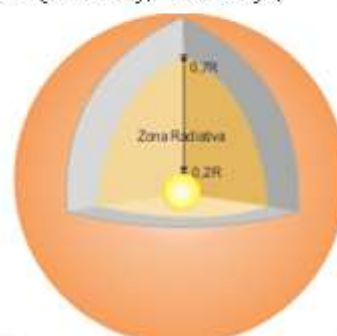
O núcleo

- ◊ O núcleo, com temperatura de cerca de 10 milhões de graus Kelvin, é a região onde a energia é produzida, por reações termonucleares. Neste processo, núcleos de hidrogênio se fundem (Fusão Nuclear) para formarem um núcleo de hélio, de modo que durante esse processo uma imensa quantidade de energia é liberada.



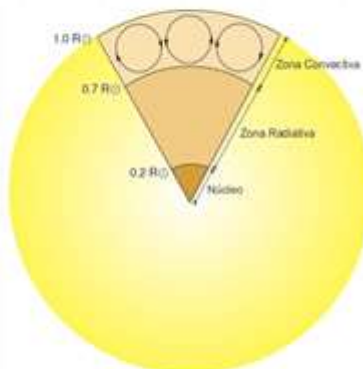
A zona radiativa

A zona radiativa ocupa 50% do interior do Sol. Ela começa a uma distância do centro igual a $0,2 R$ e estende-se até $0,7 R$, sendo R o raio do Sol. Aqui, a energia gerada pela fusão nuclear é transportada através de ondas eletromagnéticas (fótons), ou seja, radiação.



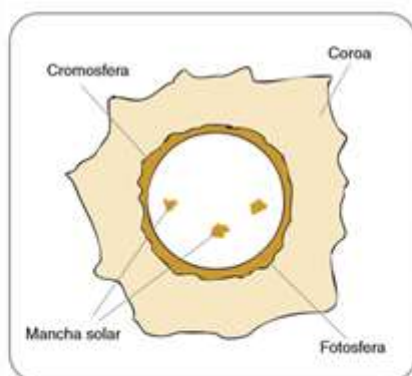
A zona convectiva

A zona convectiva encontra-se acima da zona radiativa. Nela o gás agita-se num movimento circular de subida e descida indo até regiões mais profundas e voltando para próximo da superfície. Isso acontece porque o gás mais quente próximo ao topo da zona radiativa é menos denso e tende a subir. Ao atingir as regiões mais externas onde a temperatura é menor, ele resfria, torna-se mais denso e tende a descer.



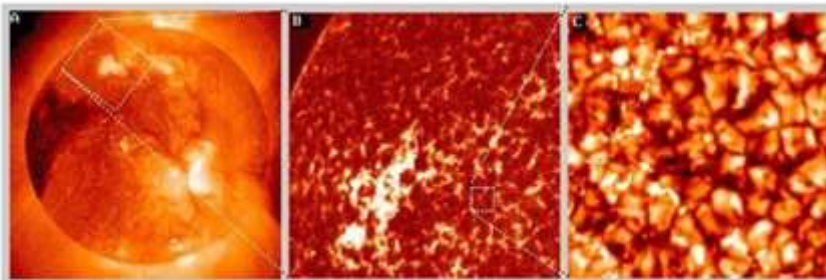
A atmosfera do Sol

Como vimos a atmosfera Solar é formada por três regiões: a fotosfera, a cromosfera e a coroa solar.

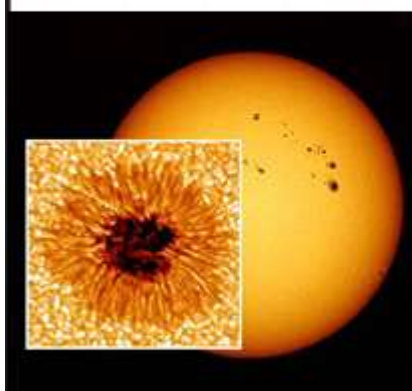


A fotosfera

A fotosfera constitui a base da atmosfera do Sol, trata-se da camada visível do Sol. Sua aparência assemelha-se a aparência da superfície de um líquido em ebulição, cheia de bolhas. Este fenômeno é chamado de granulação fotosférica.



As manchas Solares



As manchas solares são as formações mais marcantes da fotosfera. O seu aparecimento está associadas aos poderosos campos magnéticos gerado pelo Sol.

As manchas solares são constituídas de duas partes: A parte central da mancha, chamada de umbra e uma região um pouco mais clara e com estrutura radial em torno da umbra, chamada de penumbra.

A Cromosfera

A cromosfera é uma camada de gás localizada acima da fotosfera cuja espessura é de aproximadamente 2.000 km. Normalmente, ela não é visível, pois é ofuscada pelo brilho da fotosfera. No entanto, durante os eclipses, quando a Lua esconde o disco da fotosfera, ela pode ser observada.



A coroa

A coroa é a camada final do Sol e estende-se por vários milhões de quilômetros além da fotosfera. Devido ao brilho intenso da fotosfera, ela só pode ser vista durante um eclipse solar quando a Lua encobre o disco do Sol, como mostrado



Vento solar

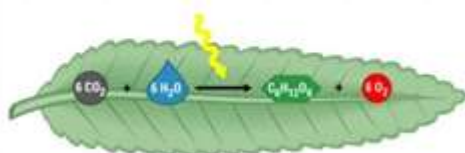
O vento solar trata-se de um fluxo de elétrons e íons positivos que são expulsos da coroa solar em alta velocidade (cerca de 600 km/s) e propagam-se pelo meio interplanetário. Estas partículas, ao atingirem a Terra, interagem com o campo magnético da mesma causando o fenômeno conhecido como aurora boreal ou Austral.



A energia que vem do Sol

Conversão da Energia solar em Energia Química

Um exemplo desta conversão é a fotossíntese. Neste processo, os seres clorofilados produzem seu próprio alimento a partir do dióxido de carbono (CO_2) e da água (H_2O).



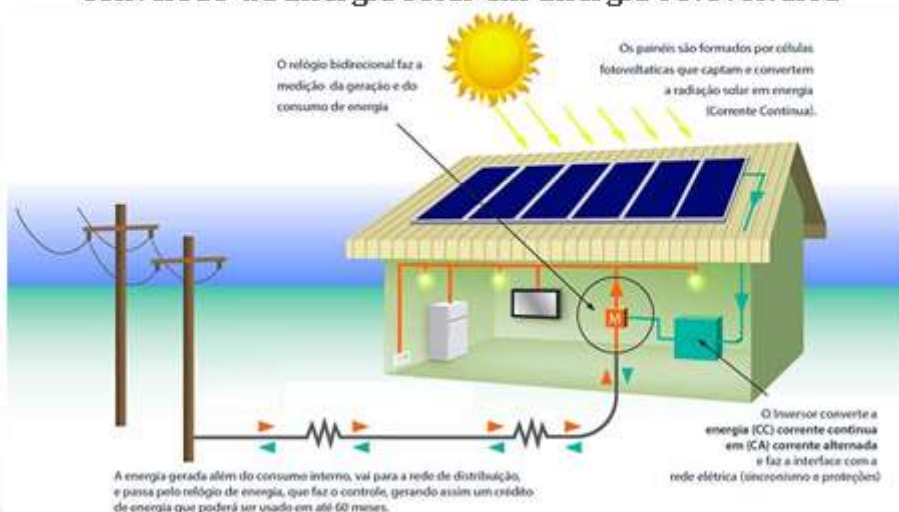
A energia que vem do Sol

Conversão da Energia solar em Energia Mecânica



A energia que vem do Sol

Conversão da Energia solar em Energia Fotovoltaica



A energia que vem do Sol

Conversão da Energia solar em Energia Eólica



A energia que vem do Sol

Conversão da Energia solar em Energia hidráulica

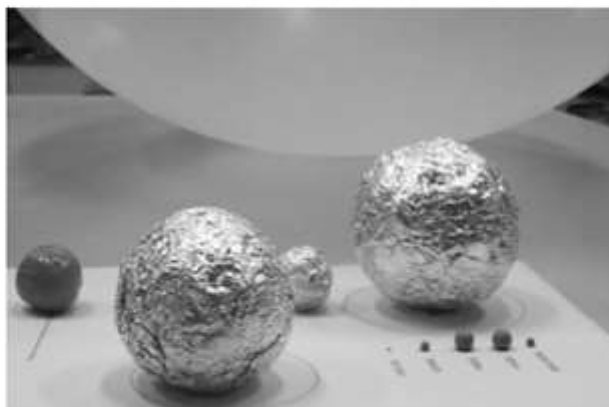


A energia que vem do Sol

Conversão da Energia solar em Energia
Termonuclear



COMPARAÇÃO ENTRE OS TAMANHOS PLANETAS E DO SOL



COMPARAÇÃO ENTRE O TAMANHO DO SOL E O DE ALGUMAS ESTRELAS DA VIA LÁCTEA



Referências

CARVALHO FILHO, Joel Câmara de. GERMANO, Auta Stella de Medeiros. **Astronomia Interdisciplinar**: O Sol. Natal, RN: EDUFRRN, 2007.

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2008.

NOGUEIRA, Salvador; CANALLE, João Batista Garcia. **Astronomia**: ensino fundamental e médio. Brasília: MEC, SEB ; MCT ; AEB, 2009.

SILVA, Cylon Gonçalves da. **De Sol a Sol**: Energia no século XXI. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

APÊNDICE I – SLIDES UTILIZADOS NO QUARTO ENCONTRO



CE
Curso
de
Extensão

ESTRELAS
O UNIVERSO ALEM DO SISTEMA SOLAR

Nascimento, vida e morte das estrelas

Ministrante:
Danilo O. de Aquino
Mestrando do PPGE CNM

Coordenador:
Ciclamio L. Barreto
Professor do Depto. de Física/UFRN

Apoio:
UFRN DFTE

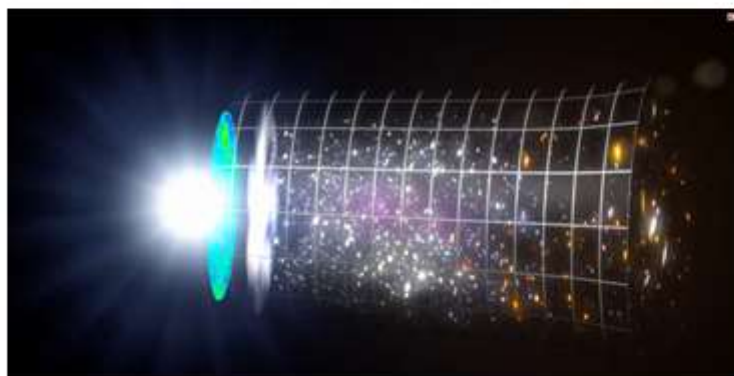
Problematização Inicial

1. Como nasce uma estrela?
2. Uma empresa, fictícia, de creme dental investiu em uma propaganda intitulada: Dentol, O Creme Dental das estrelas. Com o objetivo de convencer os seus clientes a respeito desta afirmação, a empresa utilizou o seguinte argumento:
"Você já parou para verificar a quantidade de flúor presente em seu creme dental? Não? Então escolha o melhor, Dentol. O único creme dental do mercado que possui a quantidade de flúor necessária para uma boca mais limpa. De onde vem o flúor? O flúor que é encontrado nos cremes dentais vem das estrelas que morreram a bilhões de anos em nossa galáxia. Então use o creme dental Dentol e sintá-se como uma estrela."
O que você diria desta afirmação? Existe alguma relação entre o flúor utilizado no creme dental com as estrelas ou isto é apenas marketing? Justifique
3. Todas as estrelas terão o mesmo destino? Ou seja, terminarão as suas vidas da mesma forma? Justifique
4. O que é uma Supernova?
5. Os buracos negros são buracos no espaço? Justifique

SE#04 – Nascimento, vida e morte das estrelas

- ◊ Abordaremos o processo evolutivo das estrelas desde o seu nascimento até os seus possíveis estágios finais. No decorrer deste processo apresentaremos a relação entre os elementos químicos encontrados aqui na Terra com as estrelas. Informação esta que é desconhecida por muitos dos estudantes.

Para inicio de conversa...



Nascimento, vida e morte das estrelas

Até o século XIX se pensava que as estrelas eram eternas, hoje, porém, já sabemos que elas não são. Isto é, elas nascem, se desenvolvem e morrem.

Mas como nascem as estrelas?



Nascimento das Estrelas

As novas estrelas nascem de grandes nuvens de gás e poeira chamadas de nuvens moleculares. Essas grandes nuvens são chamadas também de berçários de estrelas e são formadas por mais de 80% de Hidrogênio (na forma molecular, H_2), uns 18% de Hélio e umas "pitadinhas" - 1% a 2% - de elementos mais pesados.



Nascimento das Estrelas

As grandes nuvens moleculares geram estrelas no seu interior por causa de um fenômeno conhecido como instabilidade gravitacional. Esta instabilidade é produzida devido à diferença de densidade destas nuvens.

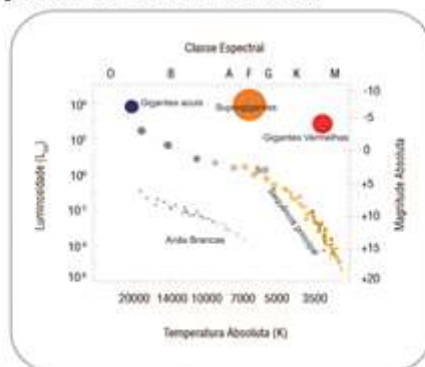
Deste modo, nas regiões em que a densidade é maior, a atração gravitacional faz com que elas atraiam mais gás e poeira para si mesmas. Com isso, sua massa vai crescendo e cada vez mais matéria vai se concentrando no mesmo lugar. Essa concentração se transforma em um coágulo, de temperatura e pressão elevadas, chamado de proto-estrela.

A proto-estrela

Se essa proto-estrela tiver massa suficiente, continuará a se contrair e sua temperatura central crescerá enormemente. Ao atingir 15 milhões de graus, têm início as reações nucleares de fusão, onde quatro prótons de hidrogênio se fundem para formar um núcleo de hélio, liberando uma grande quantidade de energia. Desta forma, nasce uma estrela(CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b).

A vida de uma estrela

Depois de formadas, as estrelas irão para a sequência principal e se desenvolver de acordo com a sua massa, sendo que as estrelas de maior massa evoluirão mais rapidamente que as de menor massa.



A vida de uma estrela

Como a estrela tem uma quantidade limitada de hidrogênio no seu núcleo, ela não poderá ficar para sempre na Sequência Principal “queimando” esse combustível. Devido à relação entre massa e luminosidade ($L \propto M^3$), quanto maior a massa, maior será a luminosidade e, consequentemente, tanto menor será a duração dessa fase da sua vida.

Massa	Tempo de vida na SP
60 M_{Sol}	2 milhões de anos
30 M_{Sol}	5 milhões de anos
10 M_{Sol}	25 milhões de anos
3 M_{Sol}	350 milhões de anos
1 M_{Sol} (Sol)	9 bilhões de anos
0,1 M_{Sol}	Trilhões de anos

A fase de gigante vermelha

Depois que consumir seu estoque de hidrogênio no núcleo, a estrela entrará num processo de instabilidade, o núcleo começará a se contrair enquanto o hidrogênio continua queimando em uma casca ao redor do mesmo.

Como o núcleo se contrai, torna-se mais quente e aquece as camadas superiores, fazendo com que elas comecem a se expandir. Com a expansão das camadas externas, o raio da estrela aumenta e ela tornar-se uma gigante vermelha.

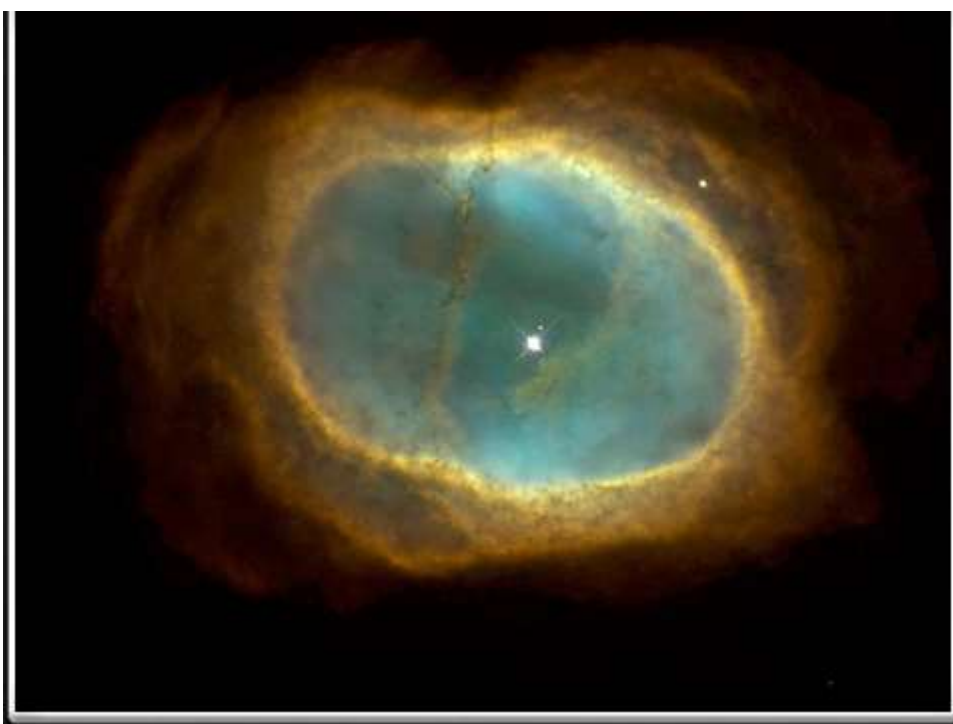
Em busca de um estágio final

Quando a estrela torna-se uma gigante vermelha, o seu núcleo continua o seu processo de contração e se aquece cada vez mais, atingindo temperaturas tão altas (~ 150 milhões de graus) que provoca o início de outro tipo de reação de fusão: é a fusão de núcleos de hélio, que resulta em carbono e gera mais energia.

Chegada esta fase, a estrela se aproxima do seu estágio final, sendo que este estágio dependerá profundamente de sua massa inicial.

Em busca de um estágio final

No caso de estrelas com massas pequenas, da ordem da massa do sol, depois de ter passado pela fase de gigante vermelha, a estrela emitirá uma grande quantidade de radiação térmica, produzindo uma nebulosa planetária e por fim, o núcleo de carbono irá esfriar, tornando-se o que chamamos uma anã branca, uma estrela muito densa e de baixa luminosidade (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b).



Origem dos elementos químicos

Caso a estrela tenha massa suficiente para gerar temperaturas internas mais elevadas, os processos termonucleares prosseguem formando elementos cada vez mais pesados. A fusão do hélio gera o carbono, que por sua vez forma o oxigênio e assim por diante, até chegar à síntese do ferro.



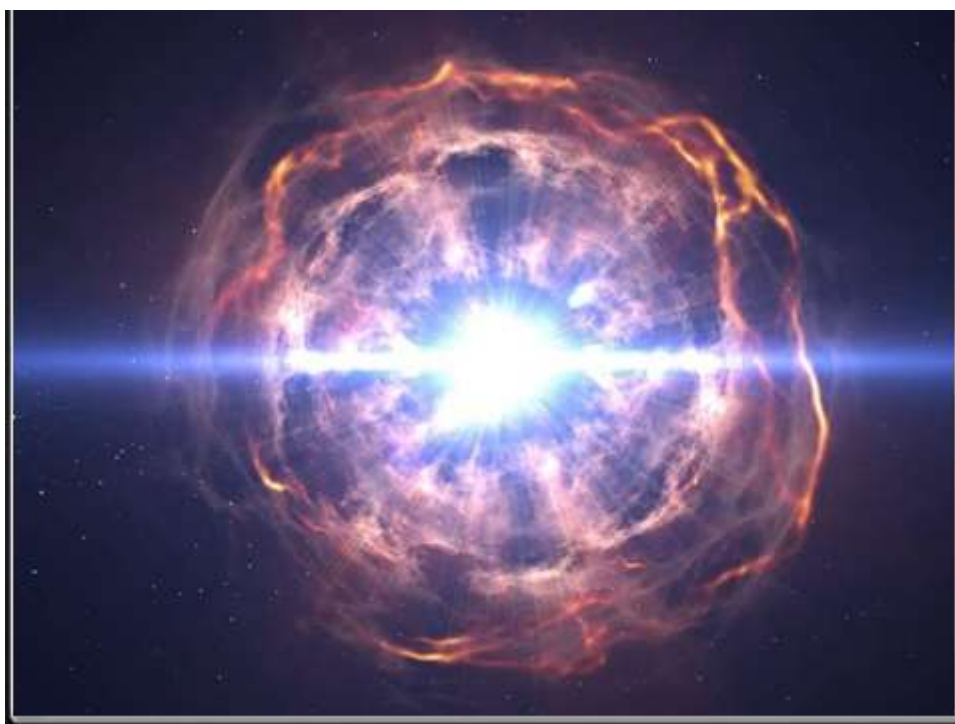
Origem dos elementos químicos

Chegando a síntese do ferro as reações cessam e nenhum elemento mais pesado é gerado. Não havendo mais qualquer fonte de calor, não haverá mais o fluxo de energia para se contrapor à enorme força da gravidade e o núcleo de ferro colapsa liberando uma enorme quantidade de energia através de uma grande explosão.

Origem dos elementos químicos

Durante essa explosão a estrela torna-se tão brilhante quanto todas as estrelas da Galáxia brilhando juntas. Temos então o fenômeno de uma **supernova**.

É durante a explosão de uma supernova que a maioria dos elementos químicos que conhecemos, tais como carbono, oxigênio, ferro, ouro, chumbo, urânio, entre outros, são formados e lançados no meio interestelar (CARVALHO FILHO; GERMANO, 2007b).



Origem dos elementos químicos

O processo de formação dos elementos químicos recebe o nome de nucleossíntese e se divide em:

- Nucleossíntese primordial - é a nucleossíntese que ocorreu nos primeiros minutos após a origem do Universo, formando ^1H (hidrogênio), ^3H (trítio), ^4He (hélio) e ^7Li (lítio);
- Nucleossíntese estelar - que ocorre nas estrelas. Ela pode ser "quiescente", ao longo da vida da estrela, ou "explosiva", na morte de estrelas massivas.
- Nucleossíntese interestelar - os raios cósmicos interagem com gás para produzir elementos leves (^7Li , ^9Be e ^{11}B).

A Tabela periódica e sua relação com as Estrelas

IA 1																		IIA 2																												IIIB 3										IVB 4										VB 5										VIB 6										VIIB 7										VIIIB 8										VIII 9										IX 10										X 11										XI 12										IIIB 13										IVB 14										VB 15										VIB 16										VIIB 17										VIIIB ou 0 18																	
H																		He																																				Li										Be																												B										C										N										O										F										Ne																																																																							
Na																		Mg																																				Al										Si										P										S										Cl										Ar																																																																																																													
K																		Ca																																				Sc										Ti										V										Cr										Mn										Fe										Co										Ni										Cu										Zn										Ga										Ge										As										Se										Br										Kr									
Rb																		Sr																																				Y										Zr										Nb										Mo										Tc										Ru										Rh										Pd										Ag										Cd										In										Sn										Sb										Te										I										Xe									
Cs																		Ba																																				La										Ce										Pr										Nd										Pm										Sm										Eu										Gd										Tb										Dy										Ho										Er										Tm										Yb										Lu																			
Fr																		Ra																																				Ac										Th										Pa										U										Np										Pu										Am										Cm										Bk										Cf										Es										Fm										Md										No										Lr																			

Nome químico

Símbolo

Massa química

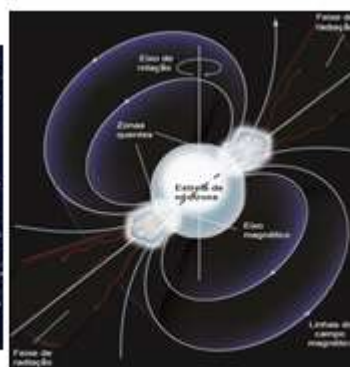
O fim das estrelas massivas

Após a fase de supernova, o núcleo de ferro atinge densidade tão alta que os prótons e elétrons se fundem para formar nêutrons. O destino desse núcleo quente de nêutrons depende da massa da estrela progenitora:

- Se a massa for da ordem de 10 a 25 vezes maior que a massa do Sol – Estrela de nêutrons.
- Se a massa da estrela massiva for da ordem de 25 a 100 vezes a massa do Sol – Buraco Negro.

Estrela de nêutrons

As estrelas de massa da ordem de 10 a 25 vezes maior que a massa do Sol, o núcleo irá esfria-se para formar uma estrela de nêutrons com uma temperatura superficial acima de 1 milhão de kelvin, massa de cerca de 1,4 a massa do Sol, e raio de cerca de 20 km.



Buraco Negro

No fim da vida de uma estrela de massa elevada (25 a 100 massas solares), o que resta após a explosão de supernova é o núcleo estelar em contração contínua. Com a diminuição do raio, a gravidade pode atingir níveis tão elevados que nem mesmo a luz consegue escapar desse objeto, por isso ele recebe a denominação buraco negro.

Uma das propriedades dos buracos negros é explicada pela teoria da relatividade: todo corpo massivo provoca curvatura no espaço a sua volta e tudo que se move nesse espaço segue trajetórias curvas.

Resumo evolutivo da estrelas em função da massa

Massa Inicial (M_{\odot})	Objeto Compacto	Massa Final
até 10 M_{\odot}	Anã-Branca	Menor que 1,4 M_{\odot}
10 a 25 M_{\odot}	Estrela de Nêutrons	1,4 M_{\odot}
acima de 25 M_{\odot}	Buraco Negro	5 a 13 M_{\odot}
Massa (M_{\odot})	Evolução	Final
até 0,08	não funde H	anã-marrom
0,08 a 0,5	funde H	anã-branca de He
0,5 a 10	funde H e He	anã-branca de C e O
11 a 100	funde H, He, C, Ne, O, Si	estrela de nêutrons ou buraco negro
acima de 100	criação de pares, SN	desintegração total ou buraco negro

APÊNDICE J – MODELO DE CERTIFICADO DO CURSO DE EXTENSÃO

	UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE PRÓ-REITORIA DE EXTENSÃO	
<h1 style="margin: 0;">Certificado</h1>		
<p> Certificamos que, _____, Nome _____, CPF _____, participou do curso de extensão ESTRELAS - O UNIVERSO ALÉM DO SISTEMA SOLAR, com carga horária de 16 hora(s), coordenado pelo(a) Professor(a) CICLAMIO LEITE BARRETO, promovido pelo(a) DEPARTAMENTO DE FÍSICA TEÓRICA E EXPERIMENTAL, na função de PARTICIPANTE, com frequência 100%. A atividade foi realizada no período de 16 de Março de 2018 a 2 de Abril de 2018. </p>		
		
Natal, 4 de Maio de 2018		
MARIA DE FATIMA FREIRE DE MELO XIMENES Pró-Reitora de Extensão Código de verificação: bc95771f32 Número do Documento: 974576		
<small>Para verificar a autenticidade deste documento acesse http://www.sigaa.ufrn.br/documentos/ e utilize o link <i>Extensão >> Certificado de Participante de Ação de Extensão</i>, informando o número do documento, data de emissão do documento e o código de verificação.</small>		